

O segmento de automação industrial no Brasil: constituição, desenvolvimento e mudança no processo de abertura*

*Raul Luis Assumpção Bastos***

Ao longo da década de 80, constituiu-se um segmento produtor de equipamentos de automação industrial de base microeletrônica no Brasil. O desenvolvimento desse segmento industrial se deu sob a reserva de mercado de informática que vigorou no País entre a década de 80 e o ano de 1992. Com base nesse contexto institucional, foram criadas inúmeras empresas de automação industrial, as quais apresentaram, em seu conjunto, crescimento significativo ao longo da década passada. Com o processo de abertura da economia brasileira a partir de 1990, as empresas de automação industrial passaram a enfrentar a concorrência internacional, sendo sua intensidade acentuada com o fim da reserva de mercado, em outubro de 1992. Esse novo ambiente provocou uma série de mudanças no segmento industrial em foco, tanto em sua estrutura como nas práticas de capacitação das firmas.

Este artigo tem como propósito analisar a experiência brasileira na produção de equipamentos de automação industrial. A escolha desse segmento produtivo como objeto de estudo deve-se à compreensão de que o mesmo é de suma importância, na medida em que é um dos responsáveis pela difusão do progresso técnico e pela melhoria da competitividade industrial. A proposição básica que organiza a argumentação desenvolvida ao longo do trabalho é a de que se faz

* Este artigo foi elaborado no âmbito do projeto Novas Tecnologias, Trabalho e Competitividade: um Estudo de Firms de Automação Industrial de Base Microeletrônica no Rio Grande do Sul e em São Paulo, ora desenvolvido pelo autor. Esse estudo integra o projeto Impactos Sociais e Territoriais da Reestruturação Econômica no Rio Grande do Sul — 1980/1995, desenvolvido na Fundação de Economia e Estatística, sob a coordenação da Socióloga Naia Oliveira, o qual conta com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos. O autor expressa sua gratidão aos colegas Guilherme Gaspar de F. Xavier Sobrinho, Sheila S. Sternberg e Walter A. Pichler pelas críticas e sugestões a uma versão preliminar do artigo, bem como à estagiária Evelyn Maria B. Baptista pelo apoio dedicado na organização dos dados aqui utilizados e na elaboração dos gráficos e tabelas. Os erros porventura remanescentes no artigo são de inteira responsabilidade do autor.

** Economista, Técnico da FEE.

necessário que o País procure preservar e aprimorar o segmento de automação industrial local, pois isso contribuirá para que sua estrutura industrial se mantenha mais integrada e para aqui reter atividades nucleares à base técnica microeletrônica.

Em termos metodológicos, adota-se, neste trabalho, a compreensão de que a indústria de automação integra o grupo de indústrias difusoras do progresso técnico (FERRAZ, KUPFER, HAGUENAUER, 1995). Tal grupo de indústrias pode ser decomposto em dois subgrupos, quais sejam, o de equipamentos eletrônicos e o de equipamentos eletromecânicos, estando o segmento de automação industrial contido no primeiro deles. Em termos empíricos, o trabalho vale-se, fundamentalmente, de dados compilados por órgãos do Governo Federal, que cronologicamente se sucederam: a Secretaria Especial de Informática, o Departamento de Política de Informática e Automação e a Secretaria de Política de Informática e Automação.

A partir dessas referências, o artigo foi assim estruturado: após esta breve introdução, na seção 1, apresentam-se as características básicas do segmento de automação industrial na década de 80, destacando-se aspectos relativos à sua estrutura e ao seu desempenho, assim como às suas práticas atinentes ao processo de capacitação; na seção 2, analisa-se o segmento industrial em foco no período de abertura econômica, ressaltando-se as principais mudanças nele observadas quanto aos eixos acima mencionados; na seção 3, problematiza-se a experiência local na produção de equipamentos de automação industrial, indagando-se por que esta não foi capaz de gerar uma indústria competitiva no âmbito internacional; por último, na seção final, faz-se uma síntese das principais conclusões deste trabalho.

1 - Constituição e desenvolvimento do segmento de automação industrial — 1984-89

A constituição do segmento de automação industrial (AI) no Brasil deu-se no âmbito da política de reserva de mercado de informática, cujas primeiras medidas foram tomadas no final da década de 70 e no início da de 80.¹ No ano de 1984, o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 7.232, que tratava da Política Nacional de Informática. Essa lei institucionalizou a reserva de mercado de informática no País, estando nela contida a definição de empresa nacional, os

¹ Para uma síntese cronológica dessas medidas, ver Gobbato (1990, p. 27-39).

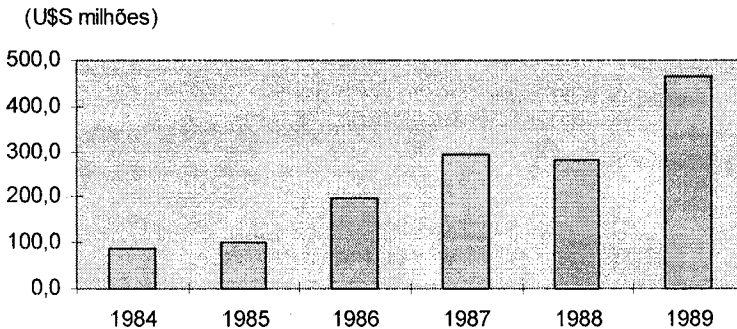
instrumentos de apoio à indústria, bem como foi determinado o prazo de sua vigência até outubro de 1992. Nas subseções a seguir, procura-se delinear as características básicas do segmento de AI em sua fase de constituição e desenvolvimento no período 1984-89.

1.1 - Características básicas

Com a institucionalização da reserva de mercado de informática no País, em 1984, sob a forma de lei, ganhou impulso a produção doméstica de equipamentos de AI. Conforme evidencia o Gráfico 1, a comercialização bruta do segmento elevou-se de US\$ 86,0 milhões em 1984 para US\$ 464,6 milhões em 1989. Com base nessa evidência, constata-se que a taxa média anual de crescimento do segmento de AI foi de 44,6% no período.

Gráfico 1

Comercialização bruta do segmento de automação industrial no Brasil — 1984-89



FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v.1, n.1.

A evolução das vendas dos principais produtos de AI no período sob análise pode ser conhecida através da Tabela 1. De acordo com o que nela se observa, os produtos que mais se destacavam na comercialização em termos absolutos eram os sistemas digitais de controle distribuído (SDCD) e os controladores

programáveis (CP), sendo suas vendas situadas em US\$ 95,5 milhões e US\$ 75,5 milhões no ano de 1989 respectivamente. Adicionalmente, constata-se na Tabela 1 que os produtos de automação de processos — CP, SDCD, sistemas de controle e supervisão - SCS - e controladores digitais de processo - CDP — têm um volume de vendas muito mais expressivo do que aqueles de automação da manufatura — comando numérico computadorizado - CNC - e sistemas de robótica —; assim, em 1989, os primeiros representavam uma soma mais de 11 vezes superior à dos segundos.

Tabela 1

Comercialização dos principais produtos de automação industrial no Brasil — 1984-89

| PRODUTOS | (US\$ milhões) | | | | | |
|---------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 |
| CP | 4 457 | 9 560 | 32 949 | 34 796 | 54 581 | 75 848 |
| SDCD | 2 103 | 11 173 | 15 994 | 28 413 | 56 556 | 95 533 |
| SCS | 39 205 | 18 763 | 3 475 | 8 531 | 20 738 | 59 216 |
| CDP | 18 | 3 324 | 10 237 | 13 054 | 5 506 | 8 522 |
| CNC | 4 402 | 9 974 | 22 156 | 34 716 | 25 061 | 20 815 |
| Sistema de robótica | 0 | 15 | ... | 1 197 | 304 | 209 |

FONTE: FERRAZ, J. KUPFER, D., HAGUENAUER, L. (1995). **Made in Brazil: desafios competitivos da indústria.** Rio de Janeiro: Campus. p.290.

NOTA: Os equipamentos contidos na tabela são os seguintes: controlador programável (CP); sistema digital de controle distribuído (SDCD); sistema de controle e supervisão (SCS); controlador digital de processo (CDP); comando numérico computadorizado (CNC).

No que se refere à estrutura de mercado, na Tabela 2 pode-se acompanhar a evolução da concentração industrial no segmento de AI entre 1984 e 1988. Seja qual for a medida utilizada, constata-se, no período, um declínio do grau de concentração industrial. Assim, tomando-se a participação das quatro maiores firmas, percebe-se que houve, no ano de 1988 comparativamente ao de 1984, uma redução de aproximadamente 48% na concentração do segmento; ainda que em menor magnitude, a participação das oito maiores firmas reduz-se em 32% na comparação desses mesmos anos; finalmente, tomando-se as 10 maiores firmas como referência, o declínio de sua participação foi de 28% em 1988 relativamente ao ano de 1984.

Tabela 2

Índice de concentração industrial no segmento de automação,
no Brasil — 1984, 1986 e 1988

| ÍNDICE | 1984 | 1986 | 1988 |
|------------|------|------|------|
| CR4 | 0,66 | 0,40 | 0,34 |
| CR8 | 0,76 | 0,56 | 0,51 |
| CR10 | 0,80 | 0,62 | 0,57 |

FONTE DOS DADOS BRUTOS: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1989). Brasília: Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 1.

NOTA: Os índices de concentração foram calculados com base na participação das quatro, oito e 10 maiores firmas na comercialização líquida total. O número total de firmas era de 40 em 1984, de 63 em 1986 e de 69 em 1988.

Assumindo-se que o nível de concentração industrial se correlaciona negativamente com a intensidade da concorrência, a evidência empírica indica que esta última teria aumentado no mercado doméstico ao longo do período, pois constata-se muito claramente uma redução na concentração industrial do segmento produtor de equipamentos de automação. Assim, a reserva de mercado não se constituiu em um instrumento que estaria tão-somente inibindo a competição e a melhoria de performance das firmas de automação no âmbito do mercado interno.

Quanto ao volume de emprego criado pelo segmento de AI no período 1984-89, este encontra-se na Tabela 3. Conforme se constata nessa tabela, o emprego em AI não é expressivo em termos absolutos, ainda que tenha apresentado um crescimento de 68% na comparação de 1987 com 1984. Nos anos de 1988 e 1989, observa-se um declínio no nível de emprego do segmento, embora não muito expressivo. Dessa forma, neste último ano, o nível de emprego em AI encontrava-se aproximadamente 62% acima daquele de 1984. Destaca-se, na Tabela 3, a composição do emprego do segmento industrial sob análise, pois a participação do pessoal com nível de escolaridade superior é muito significativa, avançando de 17,4% em 1984 para 30,8% em 1986, o que indica uma força de trabalho com perfil diferenciado daquele encontrado na indústria de transformação como um todo. Esse aspecto está a indicar que o segmento de AI se caracteriza por ser intensivo em força de trabalho qualificada ou, alternativamente, em conhecimento.

Tabela 3

Emprego no segmento de automação industrial no Brasil — 1984-89

| DISCRIMINAÇÃO | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A - Emprego total | 3 521 | 4 771 | 5 023 | 5 942 | 5 871 | 5 697 |
| B - Empregados com escolaridade superior | 613 | 1 322 | 1 548 | 1 803 | 1 729 | 1 631 |
| B/A (%) | 17,4 | 27,7 | 30,8 | 30,3 | 29,4 | 28,6 |

FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1989). Brasília: Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia, v. 2, n.1.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991) Brasília: DEPIN, v.1, n.1.

1.2 - As práticas relativas ao processo de capacitação

Nessa fase de constituição e desenvolvimento do segmento de AI no Brasil, seria pertinente identificar as práticas atinentes à capacitação tecnológica e à capacitação produtiva das firmas.²

No que se refere às práticas de capacitação tecnológica, estas eram, fundamentalmente, (a) a geração de tecnologia própria por meio de gastos em P&D e (b) a aquisição de tecnologia no Exterior por meio de licenciamento.

Tomando-se como referência comparativa alguns dos principais produtos de AI, as diferentes orientações tecnológicas das firmas podem ser conhecidas através do Quadro 1. Nesse sentido, percebe-se que houve produtos nos quais coexistiram o desenvolvimento próprio e o licenciamento de tecnologia do Exterior (CLP e CNC), enquanto em outros predominou o desenvolvimento próprio (CDP) ou o licenciamento (SDCD). Tais diferenças associam-se, basicamente, à dimensão e à sofisticação tecnológica dos equipamentos: assim, o desenvolvimento próprio ocorreu nos casos de produtos de menor porte e complexidade, enquanto o licenciamento de tecnologia do Exterior se deu na situação oposta, de produtos de maior porte e complexidade (TAUILE, 1987; GOBBATO, 1990).

² Sobre as noções de capacitação tecnológica e de capacitação produtiva, ver Lall (1992) e Bell e Pavitt (1993).

Quadro 1

Origem da tecnologia das firmas de automação industrial no Brasil

| PRODUTO | EMPRESA | ORIGEM DA TECNOLOGIA |
|---|------------------|---|
| Controladores lógico programáveis | Engeletró | Modicon (norte-americana) |
| | Maxitec | Siemens (alemã) |
| | Metal Leve | Allen Bradley (norte-americana) |
| | Sistema | Reliance (norte-americana) |
| | Villares | Hitachi (japonesa) |
| | Weg | Aeg (alemã) |
| | Altus | Própria |
| | Atos | Própria |
| | BCM | Própria |
| | Cambridge | Própria |
| | Chronos | Própria |
| | CMW | Própria |
| | Controltec | Própria |
| | Digicon | Própria |
| | Elebra | Própria |
| | Hengelsystems | Própria |
| | Itavolt | Própria |
| Pulse | Própria | |
| Villares | Própria | |
| Comando numérico | Centelha | Heindenhain (alemã) |
| | Digicon | Mitsubishi (japonesa) |
| | Maxitec | Siemens (alemã) |
| | Romi | Allen Bradley (norte-americana) |
| | Altus | Própria |
| | MCS | Própria |
| Controladores digitais de processo | Eci | Própria |
| | Ecil | Própria |
| | Eurocontrol | Própria |
| | Smar | Própria |
| Sistemas digitais de controle distribuído | Ecil/P&D | Yokogawa (japonesa) |
| | Elebra Controles | Leeds & Northrup (norte-americana) |
| | Villares | Hitachi (japonesa), Honeywell (norte-americana) |
| | Prólogo | Asea (sueca) |
| | Unicontrol | Fisher Controls (norte-americana) |

FONTE: TAUILE, J. (1987). **Automação e competitividade**: uma avaliação das tendências no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI. (Texto para discussão, n.111) p. 10-25.

GOBBATO, U. (1990). **Capacitação nacional do setor de bens de informática para automação**. Campinas: UNICAMP/IE. p. 162.

Quanto ao esforço das firmas com a geração de tecnologia, este pode ser apreendido através dos gastos em P&D do segmento de AI.³ O montante e a participação desses gastos na comercialização bruta, entre 1984 e 1989, encontram-se na Tabela 4. Conforme pode-se observar, ao longo de todo o período ocorreu um aumento nos gastos em P&D, tendo estes passado de US\$ 9,2 milhões em 1984 para US\$ 39,2 milhões em 1989, o que representa um incremento de 326% na comparação desses anos. No que diz respeito à participação dos gastos em P&D na comercialização bruta do segmento, esta evidencia algumas variações ao longo do período, tendo sido o seu ponto máximo o ano de 1985 (11,3%) e o mínimo o de 1986 (6,9%). Na média anual do período, 8,8%, a participação dos gastos em P&D na comercialização bruta pode ser considerada expressiva.

Tabela 4

Gastos em P&D no segmento de automação industrial, no Brasil — 1984-89

| ANOS | MONTANTE (US\$ milhões) | P&D/COMERCIALIZAÇÃO BRUTA (%) |
|------|----------------------------|-------------------------------|
| 1984 | 9,2 | 10,6 |
| 1985 | 11,5 | 11,3 |
| 1986 | 13,8 | 6,9 |
| 1987 | 20,7 | 7,0 |
| 1988 | 24,2 | 8,6 |
| 1989 | 39,2 | 8,4 |

FONTE: GOBBATO, U. (1990). *Capacitação nacional do setor de bens de informática para automação*. Campinas: UNICAMP/IE p. 145.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1989). Brasília: Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia, v. 2, n.1.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v.1, n.1.

A presença de áreas de desenvolvimento nas firmas de AI é outra medida de esforço em capacitação tecnológica das firmas. Tal esforço pode ser conhecido através da distribuição do emprego por atividade, conforme é mostrado na Tabela 5, para o ano de 1989. Assim, o pessoal ligado à área de desenvolvimento de produtos correspondia a 19% da força de trabalho do segmento industrial em análise, sendo menos representativo apenas do que aquele que se encontrava na área de produção.

³ Os gastos com P&D, assim como o emprego de pessoal técnico são definidos como medidas de *input* de esforço tecnológico (LALL, 1992, p. 170).

Tabela 5

Distribuição do emprego, por atividade no segmento de automação industrial, no Brasil — 1989

| ATIVIDADES DESENVOLVIDAS | 1989 | (%) |
|---------------------------------|------|-----|
| Vendas e <i>marketing</i> | 11,5 | |
| Administração | 18,6 | |
| Produção | 39,5 | |
| Assistência técnica | 7,6 | |
| Desenvolvimento | 19,2 | |
| Recursos humanos/outras | 3,6 | |

FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v.1, n.1.

No que diz respeito às práticas das firmas do segmento de AI relativas à capacitação produtiva, estas podem ser apreendidas através de suas iniciativas atinentes à qualidade. A Tabela 6 permite uma aproximação dos esforços empreendidos nesse tipo de capacitação para o ano de 1987. Conforme nela se constata, algumas iniciativas haviam sido implementadas por um número significativo de firmas, como o controle de qualidade (83,5%), o desenvolvimento de fornecedores (83,5%) e a inspeção e/ou teste de matéria-prima (75,3%). Diferentemente, outras iniciativas ainda se encontravam em patamar bastante modesto, como, por exemplo, o Programa de Qualidade Total (9,5%) e os círculos de qualidade (13,7%).

Essa evidência está a sugerir que, na segunda metade da década de 80, as práticas atinentes à capacitação produtiva no segmento de AI se encontravam em um estágio que não poderia ser considerado desprezível, ainda que iniciativas mais sistêmicas e/ou orgânicas (como os programas de qualidade total) estivessem em situação mais incipiente de implementação.

Tabela 6

Ações relativas à qualidade no segmento de automação industrial, no Brasil — 1987

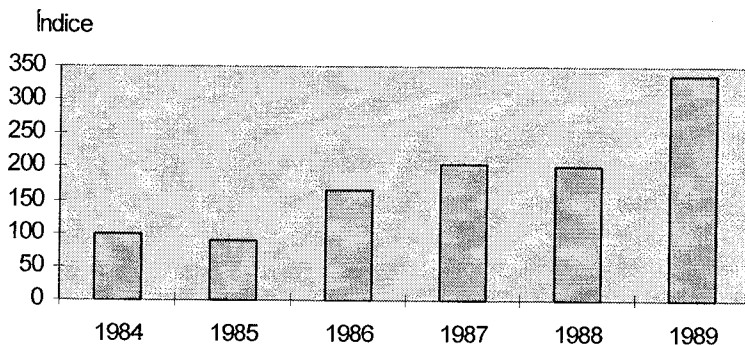
| AÇÕES E PROGRAMAS | IMPLANTADA | EM ESTUDO | (%) |
|--|------------|-----------|-----|
| Controle de qualidade | 83,5 | 13,7 | |
| Círculos de qualidade | 13,7 | 52,0 | |
| Programa de Qualidade Total | 9,5 | 67,1 | |
| Controle estatístico de processos | 23,2 | 56,1 | |
| Desenvolvimento de fornecedores | 83,5 | 9,5 | |
| Certificação de conformidade para insumos e produtos | 13,7 | 50,6 | |
| Inspeção/teste de matéria-prima | 75,3 | 20,5 | |

FONTE DOS DADOS BRUTOS: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1989). Brasília: Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia, v. 2, n.1.

No que se refere ao esforço em capacitação produtiva no segmento de AI, um de seus resultados pode ser aferido através do comportamento da produtividade do trabalho.⁴ Nesse sentido, como se constata no Gráfico 2, a produtividade do trabalho evidencia uma tendência muito nítida de crescimento ao longo do período, elevando-se 237,5% na comparação do ano de 1984 com o de 1989. Para o período como um todo, a produtividade do trabalho registra uma variação média anual das mais expressivas, qual seja, de 33,4%.

Gráfico 2

Produtividade do trabalho no segmento de automação industrial, no Brasil — 1984-89



FONTE DOS DADOS BRUTOS: SEI (1989) e DEPIN (1991).

NOTA: A produtividade do trabalho foi calculada como a relação entre a comercialização bruta e o emprego. Ela está expressa em um índice, cuja base é 1984 = 100.

⁴ Em face da forma como está sendo mensurada a produtividade do trabalho, através da relação entre a comercialização bruta e o emprego, o mais correto seria tomar o indicador assim calculado como uma medida de eficiência econômica. De forma alternativa, a capacitação produtiva seria mais adequadamente mensurada, por exemplo, através da relação entre produção física e emprego/horas trabalhadas. Todavia a primeira dessas variáveis não está disponível para o segmento de AI, o que torna inviável esse método de cálculo da produtividade do trabalho.

2 - O segmento de automação industrial no contexto de abertura da economia brasileira — 1990-95⁵

A partir do começo da década de 90, pode-se afirmar que ocorre uma mudança nos parâmetros de competitividade colocados pela realidade econômica para os produtores de equipamentos de AI no País. Isso deve-se tanto ao fato de ter sido acelerado o processo de abertura da economia brasileira posto em prática pelo Governo Federal que tomou posse em março de 1990, como também porque se avançava no processo de liberalização da reserva de mercado de informática, que possuía como prazo final de vigência o mês de outubro de 1992. Nesta seção, busca-se analisar a evolução do segmento de AI em face dessa nova realidade, destacando-se as principais mudanças observadas em sua estrutura, nas práticas atinentes à sua capacitação, bem como em seu desempenho.

2.1 - Mudança no ambiente competitivo, aspectos estruturais e desempenho

O início dos anos 90 caracterizou-se por uma mudança abrupta de orientação na política econômica. O novo governo assumiu uma postura crítica ao processo de industrialização vigente até então, associado ao modelo de substituição de importações. Assim, esse modelo é diagnosticado como esgotado em termos de dinamismo, como também é identificado como responsável pela criação de um parque produtivo que não teve a capacidade de se tornar competitivo no âmbito internacional. Em face dessa compreensão, foi tomada uma série de medidas econômicas que apontavam uma estratégia diferenciada de crescimento econômico e de desenvolvimento industrial.

⁵ A análise do período de abertura econômica avança apenas até 1995, porque este é o último ano para o qual se dispõe de dados da Secretaria de Política de Informática e Automação do Ministério de Ciência e Tecnologia do Governo Federal. Deve-se também ressaltar que se reduziu o número de empresas que compõem os levantamentos desse órgão no período 1991-95. Assim, em 1990, foram coletados dados de 53 empresas. Em termos comparativos, em 1991 e 1992, a coleta foi feita com base em 33 empresas; em 1993, em 32; em 1994, em 37; e, em 1995, em 31. Dessa forma, as comparações do período 1984-89 com o de 1990-95 devem ser encaradas com **cautela**, reconhecendo-se que, neste último, esteja sendo **subestimado** o desempenho global do segmento de AI.

No que se refere especificamente ao segmento de AI, o Conselho Nacional de Informática e Automação (Conin) aprovou uma resolução, em outubro de 1990, que definia uma relação de bens para os quais se fazia necessária anuência prévia para importação. Aqueles produtos que estivessem fora dessa relação poderiam ser, a partir de então, importados, com o que se antecipava o final da reserva de mercado de informática (GOBBATO, 1990, p. 36 - 37).

Posteriormente, a nova legislação relativa à indústria de informática e automação — Lei nº 8.248, de outubro de 1991, regulamentada em abril de 1993 — teve implicações relevantes no que diz respeito às restrições anteriormente impostas ao capital estrangeiro. Com base nessa lei, para que uma empresa seja definida como brasileira de capital nacional, faz-se necessário que 51% do seu capital com direito a voto — portanto, de suas ações ordinárias — pertençam a pessoas físicas com domicílio e residência no País. Todavia, como destaca Tigre (1995, p. 186), a Lei das Sociedades Anônimas permite que dois terços das ações que compõem o capital de uma empresa sejam preferenciais. Com isso, uma empresa pode ser definida como brasileira de capital nacional com tão-somente 17% de seu capital sob a propriedade de pessoas físicas com domicílio e residência no País.⁶

Com relação à estrutura patrimonial do segmento de AI, destaca-se, no período em foco, a mudança observada na propriedade de algumas firmas em face do final da reserva de mercado de informática. Assim, ocorreu, a partir de então, a compra de algumas empresas brasileiras de capital nacional, que ocupavam posição de liderança, por firmas estrangeiras, conforme pode-se constatar no Quadro 2. Com isso, um primeiro aspecto a se ressaltar no período de abertura é a tendência à internacionalização e/ou desnacionalização na produção de equipamentos de AI no País.

Quanto ao desempenho do segmento de AI no período 1990-95, este pode ser aferido através da evolução de sua comercialização bruta, no Gráfico 3. Nesse sentido, constata-se que, nos anos de 1990 e 1991, houve profunda retração em seu nível de atividade, pois a comercialização bruta se reduziu para US\$ 340,7 milhões e US\$ 248,9 milhões respectivamente; assim, neste último ano, a comercialização bruta do segmento de AI encontrava-se 46,4% abaixo da observada em 1989 (para comparar, ver Gráfico 1). A partir de 1992, voltou a se expandir o nível de atividade do segmento de AI, tendo sua comercialização bruta se elevado para US\$ 263,1 milhões e, posteriormente, atingido US\$ 356,9 milhões em 1995. Não obstante, em 1995 esse indicador de desempenho econômico ainda se encontrava 23,1% abaixo daquele verificado em 1989.

⁶ Em termos comparativos, o montante médio anual de importações em AI, no período 1986-89, era de US\$ 13,7 milhões, sendo a relação importação/comercialização bruta no mesmo período, em média, igual a 4,4%.

Quadro 2

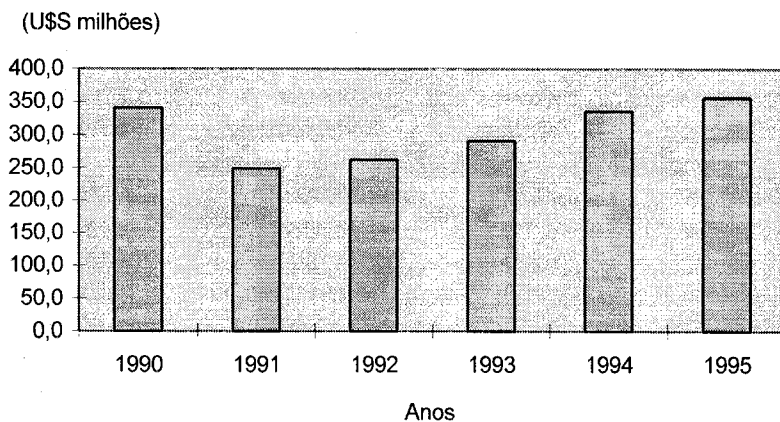
Venda de empresas no segmento de automação industrial no Brasil

| EMPRESAS | COMPRADORES | PRODUTOS |
|------------------|--------------------|----------|
| Metal Leve | Allen-Bradley | CLP |
| Unicontrol | Fischer Rosemount | CLP |
| DF Vasconcelos | Asea Brown Broveri | Robô |
| Villares Control | Honeywell | Sistemas |
| Maxitec | Siemens | CLP |

FONTE: TIGRE, P. (1995). Liberalização e capacitação tecnológica: o caso da informática pós-reserva de mercado no Brasil. In: SCHWARTZMAN, S., org. **Ciência e tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: FGV. p.190.

Gráfico 3

Comercialização bruta do segmento de automação no Brasil — 1990-95



FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v.1, n.1.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/92 (1994). Brasília: SEPIN.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: SEPIN.

O período sob análise tem como característica marcante o processo de abertura da economia brasileira às importações. Quanto à indústria de informática especificamente, a evolução de suas alíquotas de importação pode ser observada na Tabela 7. Com base nessa evidência, percebe-se que, no período jul./92-jul./93, ocorreu uma redução de 30% na alíquota de máquinas prontas, 62,5% na de componentes e uma liberalização integral da importação de insumos.

Tabela 7

Alíquotas de importação de produtos de informática no Brasil — 1992-94

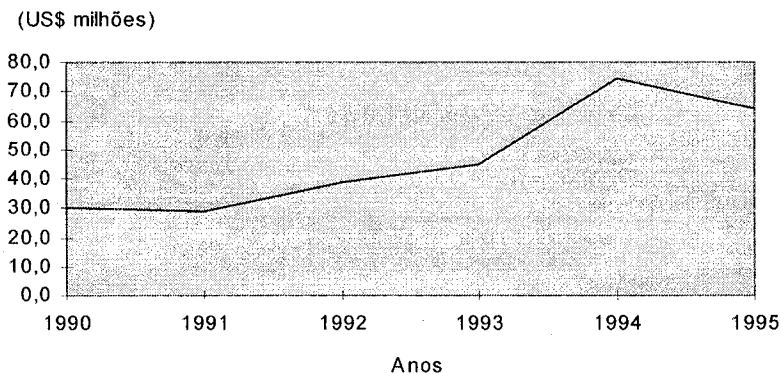
| PRODUTOS | ATÉ JUN/92 | JUL/92-SET/92 | OUT/92-JUN/93 | JUL/93-DEZ/94 |
|--------------------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| Máquina pronta | 50 | 45 | 40 | 35 |
| Partes semiprontas | 35 a 50 | 30 a 40 | 25 a 30 | 20 a 30 |
| Circuito impresso | 50 | 40 | 35 | 30 |
| Componentes | 40 | 20 | 20 | 15 |
| Placas sem memória | | | | |
| RAM | 30 | 20 | 20 | 15 |
| Insumos | 30 a 50 | 0 | 0 | 0 |

FONTE: EXAME INFORMÁTICA (1992). São Paulo: Abril Cultural, v.7, n.10, p.35.

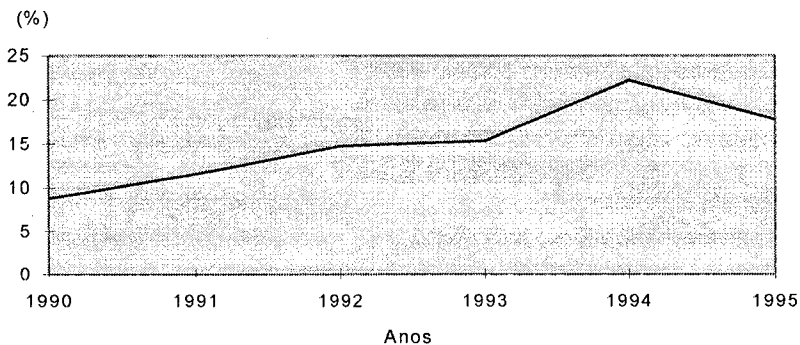
A evolução das importações associadas às atividades de AI ganhou gradativamente relevo ao longo do período (Gráfico 4). Dessa forma, estas elevaram-se de US\$ 30 milhões em 1990 para US\$ 74,6 milhões em 1994, sendo reduzidas para US\$ 63,8 milhões no ano de 1995. Com isso, percebe-se que a relação importações/comercialização bruta em AI mais do que dobrou, pois elevou-se de 8,8% em 1990 para 17,8% em 1995 (Gráfico 5).⁷

Esse comportamento das importações se constitui em uma indicação de que a abertura da economia estaria conduzindo a um processo de desindustrialização no parque produtivo de AI do País. Tal sugestão de interpretação pode ser confirmada através da observação dos itens que compõem as importações do segmento de AI no período 1991-95, conforme mostrados na Tabela 8. Nesse sentido, percebe-se uma tendência muito nítida ao aumento da participação nas importações do item equipamentos, que se elevou de 11,1% em 1991 para 45,8% em 1995, enquanto o item insumos reduziu-se de 85,2% em 1991 para 49,2% em 1995. Assim, sendo os primeiros produtos finais, e os segundos, intermediários, pode-se avançar na hipótese de que estariam crescendo as importações de produtos para revenda no mercado interno por parte das firmas de AI e, concomitantemente, sendo desativadas algumas linhas de produção anteriormente desenvolvidas.

⁷ Em termos comparativos, o montante médio anual de importações em AI no período 1986-89 era de US\$ 13,7 milhões, sendo a relação importações/comercialização bruta no mesmo período, em média, igual a 4,4%.

Gráfico 4**Importações do segmento de automação industrial no Brasil — 1990-95**

FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasil: DEPIN, v.1, n.1.
PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/92 (1994). Brasília: SEPIN.
PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: SEPIN.

Gráfico 5**Participação das importações na comercialização bruta do segmento de automação industrial no Brasil — 1990-95**

FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasil: DEPIN, v.1, n.1.
PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/92 (1994). Brasília: SEPIN.
PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: SEPIN.

Tabela 8

Composição das importações do segmento de automação industrial no Brasil — 1991-95

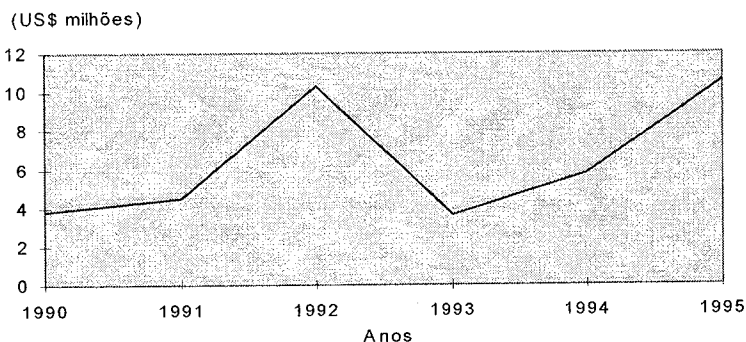
| ITENS IMPORTADOS | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| Equipamentos | 11,1 | 23,3 | 32,4 | 47,8 | 45,8 |
| Insumos | 85,2 | 72,7 | 54,3 | 47,8 | 49,2 |
| Software | 3,6 | 4,0 | 13,4 | 4,4 | 5,1 |
| Serviços | 0,1 | - | - | - | - |

FONTES: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: Secretaria de Política de Informática e Automação.

Quanto às exportações do segmento de AI no período 1990-95, sua performance está exposta no Gráfico 6. Conforme ali se observa, estas se elevaram de US\$ 3,8 milhões em 1990 para US\$ 10,4 milhões em 1992; em 1993 ocorreu uma queda muito acentuada das exportações, para US\$ 3,6 milhões; nos anos de 1994 e 1995, estas voltaram a se recuperar, situando-se em US\$ 5,8 milhões e US\$ 10,6 milhões respectivamente. Dessa forma, embora evidenciando uma evolução irregular, as exportações haviam sido incrementadas em 178,9% na comparação de 1990 com o ano de 1995. Deve-se ressaltar, ainda assim, que a relação exportações/comercialização bruta neste último ano era de tão-somente 2,9%.

Gráfico 6

Exportações do segmento de automação industrial no Brasil — 1990-95



FONTES: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasil: DEPIN, v.1, n.1.
 PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/92 (1994). Brasília:SEPIN.
 PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília:SEPIN.

O nível de emprego do segmento de AI no período em análise apresentou inicialmente uma evolução desfavorável, reduzindo-se para 5.763 postos de trabalho em 1990 e 4.833 em 1991 (Tabela 9). A partir de 1993, o emprego começou a se recuperar, situando-se em 6.480 postos de trabalho em 1994. Em 1995, o nível de emprego em AI estava 9,2% acima daquele de 1990. Quanto à composição do emprego, assumindo-se que o pessoal com escolaridade superior é o *core* da força de trabalho em firmas de base tecnológica, pode-se perceber que sua participação no emprego total se elevou de 30,2% para 37,1% no subperíodo 1990-92. Todavia, nos anos subseqüentes, essa participação foi cadente, registrando 23,6% em 1995.

Tabela 9

Emprego no segmento de automação industrial no Brasil — 1990-95

| DISCRIMINAÇÃO | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A - Emprego total | 5 763 | 4 833 | 4 859 | 6 441 | 6 480 | 6 295 |
| B - Empregados com escolaridade superior | 1 745 | 1 555 | 1 804 | 1 585 | 1 617 | 1 488 |
| B/A (%) | 30,2 | 32,1 | 37,1 | 24,6 | 24,9 | 23,6 |

FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v.1, n.1.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/92 (1994). Brasília: Secretaria de Política de Informática e Automação, n.1.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: SEPIN.

2.2 - Aspectos das práticas de capacitação no período de abertura

As práticas associadas à capacitação tecnológica e à capacitação produtiva das firmas de AI no início da década de 90 são condicionadas de forma muito acentuada, como já se fez referência, pela mudanças institucionais, pelo processo de abertura e pela profunda crise por que passava a economia brasileira. Assim, no que se refere ao esforço tecnológico e produtivo, esses condicionantes irão suscitar uma série de mudanças nas estratégias empresariais das firmas do segmento industrial sob análise.

Nesse novo ambiente, é um imperativo cada vez mais presente o fato de que as firmas que operam no mercado interno do País devem procurar alcançar parâmetros internacionais de competitividade. Como uma decorrência do aumento da intensidade da competição, a busca por incorporação de progresso técnico e a melhoria de eficiência produtiva tornam-se cruciais à sobrevivência da indústria doméstica.

No que diz respeito ao estímulo ao esforço tecnológico, a nova legislação de informática — Lei nº 8.248, em vigência a partir de abril de 1993 — permite que as firmas deduzam até 50% do Imposto de Renda correspondente ao seu montante de gastos em P&D, com a condição de que apliquem pelo menos 5% de seu faturamento bruto nesse tipo de atividade.

Todavia a evidência está a indicar que o esforço em capacitação tecnológica das firmas de AI no período 1990-95 se debilita (Tabela 10). Desse modo, o montante de gastos em P&D desse segmento industrial se reduziu de US\$16,1 milhões em 1990 para US\$ 13,2 milhões em 1991; nos anos seguintes, o montante de gastos recuperou-se, situando-se em US\$ 22,4 milhões no ano de 1995. Ainda assim, a média anual do montante de dispêndios em P&D no período 1990-95 (US\$ 18,6 milhões) encontrava-se 5,5% abaixo daquela observada no período 1984-89 (US\$ 19,7 milhões). Por sua vez, a participação dos gastos em P&D na comercialização bruta do segmento de AI elevou-se de 4,7% em 1990 para 7,5% em 1993. Posteriormente, constata-se uma redução nessa relação, situando-se a mesma em 6,2% em 1995. Em termos comparativos, percebe-se que a média anual dos gastos em P&D em relação à comercialização bruta decresceu de 8,8% no período 1984-89 para 6,0% no período 1990-95 (para comparar, ver Tabela 4).

Tabela 10

Gastos em P&D do segmento de automação industrial no Brasil — 1990-95

| ANOS | MONTANTE (US\$ MILHÕES) | P&D/COMERCIALIZAÇÃO BRUTA (%) |
|------|-------------------------|-------------------------------|
| 1990 | 16,1 | 4,7 |
| 1991 | 13,2 | 5,3 |
| 1992 | 16,0 | 6,0 |
| 1993 | 22,1 | 7,5 |
| 1994 | 22,0 | 6,5 |
| 1995 | 22,4 | 6,2 |

FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v.1, n.1.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/92 (1994). Brasília: Secretaria de Política de Informática e Automação, n.1.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: SEPIN.

Outra medida de esforço tecnológico, qual seja, o pessoal alocado em atividade de desenvolvimento de produtos, também está a apontar que, no período de abertura da economia, se debilitaram as práticas das firmas de AI (Tabela 11). Nesse sentido, constata-se que a participação do pessoal ligado à atividade de desenvolvimento de produtos no emprego total se reduziu de 18,4% em 1992

para 12,1% no ano de 1995, o que representa uma queda de aproximadamente 34% na participação desse tipo de atividade na força de trabalho total. Por sua vez, quando se compara a participação no emprego total do pessoal alocado na atividade de desenvolvimento de produtos em 1989 (19,2%) com a média do período 1992-95 (13,4%), fica novamente claro que se debilitou o esforço tecnológico durante o processo de abertura econômica.

Tabela 11

Distribuição do emprego, por atividade no segmento de automação industrial, no Brasil — 1992-95

| ATIVIDADES | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| Vendas e <i>marketing</i> | 13,8 | 13,5 | 12,4 | 12,2 |
| Administração | 22,3 | 15,6 | 14,2 | 10,8 |
| Produção | 36,1 | 49,1 | 50,2 | 53,0 |
| Assistência técnica | 7,6 | 5,1 | 5,0 | 5,6 |
| Desenvolvimento | 18,4 | 10,9 | 12,5 | 12,1 |
| Recursos humanos/outras | 1,9 | 5,8 | 5,7 | 6,2 |

(%)

FONTE. PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: SEPIN.

Esses aspectos estão a sugerir que em um contexto no qual seria de extrema importância que as firmas de AI mantivessem o seu comprometimento com o processo de capacitação tecnológica, estas reduziram seus dispêndios e pessoal alocado em atividades estratégicas para esse segmento industrial. Ou seja, justamente no momento em que o segmento industrial que é objeto de análise teve de se deparar com parâmetros internacionais de competitividade, fragilizaram-se suas práticas relativas às variáveis nucleares ao padrão de concorrência que vigora nesse tipo de indústria.

Quanto aos elementos associados à capacitação produtiva, houve ênfase na ação governamental para que estes fossem aprimorados pela indústria como um todo no período de abertura da economia. A capacitação produtiva teve como um dos principais instrumentos de apoio do Governo Federal o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), de 1990 (PROGRAMA..., 1990). Sem entrar no mérito da efetividade desse programa — a esse respeito, ver Kupfer (1995) —, percebe-se, a partir de então, uma série de iniciativas na indústria brasileira associadas à eficiência produtiva, as quais se consubstanciaram, de modo geral, na busca de obtenção de certificados de qualidade (FLEURY, HUMPHREY, coords, 1993; FLEURY, 1995; QUALIDADE..., 1996).

Infelizmente, não se dispõe de evidências relativas às práticas de capacitação produtiva do segmento de AI para o período de abertura econômica como um todo. Pode-se, de forma muito limitada, fazer comparações de alguns

aspectos do ano de 1990 (Tabela 12) com o que se observava em 1987 (Tabela 6). Assim, percebe-se que se elevou o percentual de firmas que implantaram o controle de qualidade, o controle estatístico de processos e a certificação de conformidade para insumos e produtos, enquanto se reduziu o daquelas que haviam implantado programas de qualidade total e o desenvolvimento de fornecedores (ainda que este último item registre um percentual que se mantém bastante elevado). Adicionalmente, constata-se que alguns itens para os quais se dispõe de informações exclusivamente para o ano de 1990, como garantia de qualidade, verificação de qualidade do produto final, inspeção/ensaio de componentes eletrônicos e controle de desempenho de produto final em campo, evidenciam percentuais de adoção significativos, entre 66% e 90%.

Tabela 12

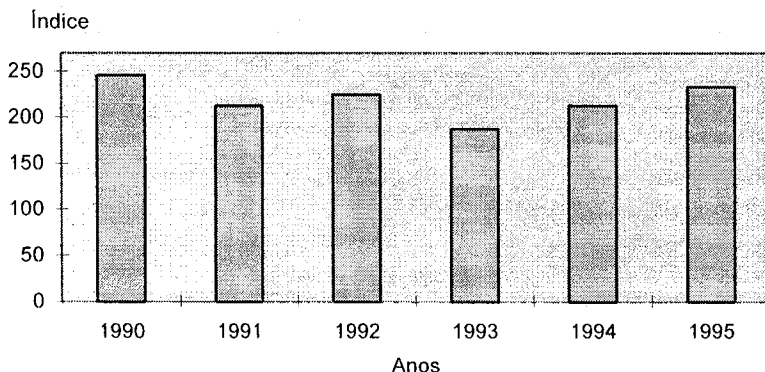
Ações relativas à qualidade no segmento de automação industrial, no Brasil — 1990

| AÇÕES E PROGRAMAS | IMPLANTADA | EM ESTUDO | NÃO CONSIDERADA (%) |
|--|------------|-----------|---------------------|
| Controle de qualidade | 90,5 | 5,7 | 3,8 |
| Garantia de qualidade | 66,0 | 24,5 | 9,5 |
| Verificação da qualidade do produto final | 90,6 | 1,9 | 7,5 |
| Programa de Qualidade Total | 7,5 | 52,8 | 39,7 |
| Controle estatístico de processos | 32,1 | 32,1 | 35,8 |
| Inspeção/ensaio de componentes eletrônicos | 77,4 | 11,3 | 11,3 |
| Desenvolvimento de fornecedores | 77,4 | 11,3 | 11,3 |
| Controle de desempenho do produto final em campo | 83,0 | 13,2 | 3,8 |
| Uso de testadores automáticos | 41,5 | 34,0 | 24,5 |
| Certificação de conformidade para insumos e produtos | 41,5 | 34,0 | 24,5 |
| Contabilidade de custos | 5,7 | 60,3 | 40,0 |

FONTE DE DADOS BRUTOS: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v. 1, n. 1.

A evidência contida na Tabela 12 sugere a possibilidade de que, nos anos 90, tenha havido avanço em termos de capacitação produtiva no segmento de AI. Em alguma medida, esse avanço foi forçado pelo processo de abertura da economia, o qual acirra a competição no mercado doméstico e, como decorrência, pela procura por parâmetros internacionais de eficiência produtiva. Em termos de conduta empresarial, pode-se levantar a conjectura de que a ênfase na capacitação produtiva se deveu ao fato de esta ser menos onerosa e envolver menor nível de incerteza quanto aos seus resultados do que o comprometimento com a capacitação tecnológica.

No âmbito do segmento de AI como um todo, seu desempenho em termos de eficiência produtiva pode ser aproximado a partir do comportamento da produtividade do trabalho no período em análise. Com base na evidência apresentada no Gráfico 7, percebe-se uma evolução bastante irregular desse indicador, alternando-se anos de queda com outros de elevação da produtividade do trabalho. Com isso, quando se compara 1990 com 1995, constata-se uma queda de 5,1% no nível de produtividade do trabalho do segmento de AI. Não obstante, deve-se ressaltar que a produtividade do trabalho média no período 1990-95 estava 20,1% acima daquela verificada entre 1984 e 1989.⁸

Gráfico 7**Produtividade do trabalho no segmento de automação industrial, no Brasil — 1990-95**

FONTE: PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1991). Brasília: DEPIN, v.1, n.1.
PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/92 (1994). Brasília: SEPIN.
PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA 1991/95 (1997). Brasília: SEPIN.

NOTA: A produtividade do trabalho foi calculada como a relação entre a comercialização bruta e o emprego. Ela está expressa em um índice, cuja base é 1984 = 100.

⁸ Como o método aqui utilizado para calcular a produtividade do trabalho expressa a relação entre a comercialização bruta e o emprego, sugere-se que sua evolução também foi afetada pela queda dos preços dos equipamentos de AI no período de abertura econômica.

3 - Problematizando a experiência brasileira na produção de equipamentos de automação industrial

Esta seção se propõe a elaborar algumas questões que contribuam para avaliar criticamente a experiência brasileira na produção de equipamentos de AI.

Com esse propósito, pode-se iniciar a avaliação do processo de capacitação do segmento de AI com base no estudo de Copeliovitch (1993) sobre competitividade, realizado em 1992 (Quadro 3). Assim, quanto à capacitação tecnológica, se esta for aferida com referência ao requisito atualização, apenas dois dos sete produtos que constam do Quadro 3 foram considerados competitivos. Por sua vez, no que diz respeito à capacitação produtiva, tomando-se como sua *proxy* a qualidade, a situação mostra-se mais favorável, pois cinco dos sete produtos evidenciavam ser competitivos. Em termos de desempenho econômico, o preço no mercado interno mostrava-se satisfatório no caso de quatro dos sete produtos. Por último, a capacitação em sentido amplo revelava-se muito desfavorável, pois tão-somente um dos sete produtos contidos no Quadro 3 — o transmissor digital — foi considerado competitivo no âmbito internacional.

Quadro 3

Competitividade do segmento de automação industrial brasileiro — 1992

| PRODUTOS | ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA | QUALIDADE | PREÇO NO MERCADO INTERNO | COMPETITIVIDADE INTERNACIONAL |
|----------|-------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------------|
| CP | R | C | C | NC |
| CNC | R | R | R | NC |
| CDD | R | C | C | NC |
| Robô | NC | NC | NC | NC |
| SDCD | NC | C | NC | NC |
| SCS | C | C | C | NC |
| TD | C | C | C | C |

FONTE: Adaptado de: COPELIOVITCH, S. (1993). **Competitividade da indústria de equipamentos de automação industrial**: nota técnica do estudo da competitividade da indústria brasileira. Campinas: UNICAMP/IE; UFRJ/IEI. p.36.

- NOTA: 1. Os equipamentos contidos no quadro são os seguintes: controlador programável (CP); comando numérico computadorizado (CNC); controlador digital dedicado (CDD); sistema digital de controle distribuído (SDCD); sistema de controle e supervisão (SCS); e transmissor digital (TD).
2. As abreviaturas NC, R e C significam não competitivo, quase competitivo e competitivo respectivamente.

Em face desta última constatação, seria pertinente discutir por que a estratégia adotada no País não foi capaz de desenvolver um segmento produtor de equipamentos de AI competitivo no âmbito internacional.

Uma questão básica a esse respeito pode ser assim formulada: era aquela fase do ciclo de vida da tecnologia a mais adequada para uma nação semi-industrializada procurar qualificar-se para ingressar em seu desenvolvimento e produção? A abordagem de Perez e Soete (1988) permite que se **esbocem** argumentos para responder de **forma tentativa** a essa questão. Conforme esses autores, os custos de entrada em uma tecnologia são basicamente quatro: (a) uma quantia mínima de investimento fixo requerida; (b) um nível mínimo de vantagens locais; (c) conhecimentos científicos e tecnológicos adequados; e (d) qualificações e experiência relevantes.

Seguindo sua argumentação, o ciclo de vida de uma tecnologia de produto pode ser dividido em quatro fases, sendo que em cada uma delas os custos de entrada se encontram em níveis bastante distintos. Assim, na fase I de difusão de uma tecnologia o nível de investimento fixo requerido é relativamente baixo, bem como as qualificações e a experiência requeridas; por outro lado, as vantagens locais e os conhecimentos científicos e tecnológicos exigidos encontram-se em seus níveis mais elevados. Por sua vez, a fase II evidencia, comparativamente à fase I, uma elevação do nível de investimento fixo e das qualificações e experiência requeridas e uma queda das vantagens locais e de conhecimentos científicos e tecnológicos demandados. Diferentemente da fase I, a fase III caracteriza-se por custos de entrada muito elevados, tanto em termos de investimento fixo quanto de qualificações e experiência, o que identifica um momento em que o ingresso não deve ser tentado. A fase IV, por sua vez, em que tanto o produto como o processo se encontram padronizados, apresenta um elevado custo de entrada em termos de investimento fixo, mas níveis relativamente baixos em termos de vantagens locais requeridas e de conhecimentos científicos e tecnológicos; quanto ao nível de qualificações e experiência requeridas nesta última fase, este declina, ainda que esteja acima do observado nas fases I e II (PEREZ, SOETE, 1988, p. 471-474).

O que se percebe da exposição acima, é que as fases I e IV do ciclo de vida de uma tecnologia são as mais apropriadas para o ingresso de novos produtores, ainda que sob condições diferenciadas. Enquanto na fase I um volume relativamente baixo de capital e de qualificações pode viabilizar o ingresso, na fase IV as baixas exigências de conhecimentos científicos e tecnológicos, bem como de vantagens locais, podem favorecer o ingresso de novos produtores — nesse caso, em um momento em que a tecnologia já se encontra madura. Um outro aspecto distintivo entre as duas fases é que o ingresso na primeira não garante a sobrevivência do novo produtor, pois faz-se necessário ainda muito esforço da parte do mesmo na geração e no desenvolvimento de tecnologia, o que não é

um problema de resolução trivial. No caso da fase IV, este não é um problema crítico, pois a tecnologia já se encontra madura, o que é válido pelo menos enquanto não for introduzido um novo produto no mercado. Não obstante, nesse caso, a desvantagem é que as indústrias maduras tendem a ser menos dinâmicas em termos de crescimento (PEREZ, SOETE, 1988, p. 474).

Tendo em vista o que foi exposto sobre o ciclo de vida de uma tecnologia, Perez e Soete (1988, p. 475) avançam em sua argumentação, procurando demonstrar que, na medida em que os produtos são interconectados, propiciando um permanente aperfeiçoamento e melhoria dos mesmos, é possível trabalhar com a noção de sistemas tecnológicos⁹, a qual enfeixaria um conjunto de elementos que poderiam favorecer o desenvolvimento tecnológico. Esses elementos estão associados às qualificações, à experiência, ao conhecimento e às externalidades que dão suporte à produção de novas tecnologias.

Tendo-se agora como referência os sistemas tecnológicos, na fase I, pelo fato de se requerer, em termos relativos, um baixo nível de investimento fixo, de qualificações e de experiência, poderia ser aberta uma oportunidade para os países menos desenvolvidos. O problema que aqui se colocaria seria o de como enfrentar as exigências de conhecimentos científicos e tecnológicos e de vantagens locais, pois tais aspectos, que também compõem o custo de entrada, se encontram em um nível muito elevado.

Conforme Perez e Soete (1988, p. 476), no que diz respeito aos custos relacionados com as vantagens locais, estes poderiam ser minorados, basicamente, através da ação governamental. Quanto às exigências em termos de conhecimentos científicos e tecnológicos, os autores argumentam que muito do conhecimento necessário no contexto sob análise está disponível nas universidades. Nesse sentido, é citado o caso da microeletrônica, que esteve ligada, na fase inicial de seu desenvolvimento, a pequenas firmas, cujos fundadores eram técnicos especializados egressos da universidade.

Também representaria a existência de uma oportunidade para as economias em desenvolvimento o fato de que se está vivendo uma mudança de paradigma tecno-econômico¹⁰ (PEREZ, SOETE, 1988, p. 476-477). Isto seria favorável às economias em desenvolvimento em função de que, diferentemente do que nos países avançados, suas resistências às mudanças — sejam estas atinentes à tecnologia estrito senso, a aspectos organizacionais das firmas, seja mesmo

⁹ Sobre a noção de sistema tecnológico, ver Perez (1985, 1986)

¹⁰ Sobre a noção de paradigma tecno-econômico, ver Perez (1985, 1986)

no que se refere às relações de trabalho — são menores do que as enfrentadas em locais em que os hábitos se encontram muito sedimentados.

Tendo por referência essa abordagem, pode-se considerar acertada a decisão brasileira de ingresso na produção de equipamentos de AI na década de 80, pois as tecnologias de base microeletrônica encontravam-se na fase inicial de desenvolvimento e de difusão. Coerentemente com essa compreensão, considera-se ter sido o suporte governamental uma condição necessária para que o País conseguisse internalizar esse segmento produtivo, em alguma medida reduzindo as dificuldades que seriam colocadas por uma orientação exclusivamente centrada na importação de tecnologia do Exterior.

Não obstante, o suporte governamental sob a forma de reserva de mercado foi insuficiente para que a indústria local de automação se tornasse competitiva, devido às limitações desse instrumento, seja em termos de duração temporal, seja por não ter sido acompanhado pela constituição de um aparato institucional de apoio à indústria. No que se refere ao primeiro desses aspectos, o período de duração não foi o bastante para que houvesse um processo mais substantivo de aprendizado do segmento produtivo em análise, o qual lhe permitisse um salto qualitativo em termos de capacitação tecnológica.¹¹ Quanto ao segundo aspecto, a fragilidade do suporte institucional ao esforço tecnológico das firmas poderia ser sintetizada pelo fato de o País não possuir um sistema nacional de inovação articulado (ALBUQUERQUE, 1996; ERBER, 1990; MEYER-STAMER, 1995), o que contribuiu para limitar o êxito da experiência brasileira.

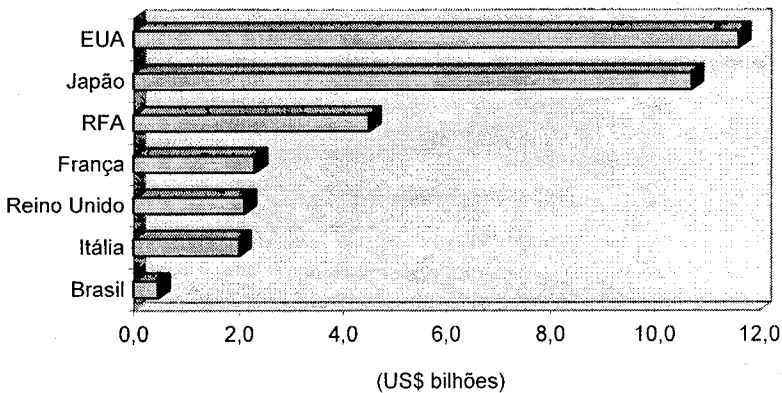
Por outro lado, este trabalho não respalda a visão de ausência de comprometimento das firmas de AI com a geração de tecnologia ao longo da década de 80 em face da reserva de mercado de informática, pelo menos quando se utilizam os gastos em P&D e o pessoal alocado em atividades de desenvolvimento como medidas de esforço tecnológico. Existem também evidências que sugerem ter havido um esforço razoável em termos de capacitação produtiva; assim, quando se toma a qualidade como referência para a análise desta, cinco dos sete produtos que constam do Quadro 3 foram, sob esse aspecto, considerados competitivos.

¹¹ Em termos comparativos, o reconhecimento da importância da dimensão temporal do processo de aprendizado é destacada da seguinte forma por Esser *et al* (1996, p. 39) para os casos de Taiwan e da Coreia do Sul: "(...) Taiwan e a República da Coreia isolaram muito seu mercado interno da concorrência externa até fins dos anos oitenta ou ainda mais tarde, combinando barreiras tarifárias com outras principalmente paratarifárias, e admitindo só importações complementares e pouco competitivas." "(...) Esta política não só resultou essencial para prevenir desequilíbrios maiores no comércio exterior dessas economias, senão que o forte protecionismo, adicionado a uma política comercial seletiva, proporcionou a sua indústria trinta anos de tranqüilo aprendizado".

Podem ser identificadas algumas restrições estruturais colocadas à indústria de automação local, as quais reduziram a possibilidade de que esta atingisse um patamar internacional de competitividade. Dentre estas, cabe destacar que o mercado de AI no Brasil era de dimensão muito inferior ao das principais economias desenvolvidas no final dos anos 80 (Gráfico 8), situando-se entre 4,0% do norte-americano e 23,2% do italiano, em 1989. Com isso, assumindo-se que as economias de escala incidem sobre a eficiência econômica do segmento industrial sob análise, o tamanho do mercado interno tem sido um elemento desfavorável à sua performance.

Gráfico 8

Vendas em automação industrial, em economias selecionadas — 1989



FONTE: MELLO G. et al. (1990). **Microeletrônica e informática**: uma abordagem sob o enfoque do complexo eletrônico. Rio de Janeiro: BNDES, n.14). p.21.

PANORAMA DO SETOR DE INFORMÁTICA (1990). Brasília: DE-PIN, v.1, n.1.

Deve-se ressaltar que a experiência internacional não exclui casos de êxito na produção de equipamentos de AI em firmas localizadas em mercados de menor tamanho. Nos países escandinavos — particularmente na Suécia —, há uma rica experiência a esse respeito, na qual as fontes de vantagem competitiva

centram-se no *design* e no *software*, o que permite o desenvolvimento de equipamentos de forma customizada para os usuários da nova tecnologia (CARLSSON, JACOBSSON, 1994; CASSIOLATO, HEWITT, SCHMITZ, 1992). Nesse sentido, esse tipo de estratégia consegue minorar a desvantagem competitiva derivada de economias de escala obtidas com a produção de equipamentos padronizados em grande volume.

Por último, deve-se assinalar que eram muito adversas as condições macroeconômicas que estavam presentes no País quando se aproximava o final da reserva de mercado de informática. Ou seja, os primeiros anos da década de 90 foram caracterizados por uma profunda crise e pelo aguçamento da instabilidade macroeconômica, o que contribuiu para afetar o tamanho do mercado de AI e deteriorar alguns dos fatores que dão suporte à competitividade sistêmica da indústria local.

Considerações finais

Neste trabalho, buscou-se analisar a experiência brasileira na produção de equipamentos de AI de base microeletrônica. Sob a reserva de mercado de informática nos anos 80, na condição de indústria nascente, o segmento de AI apresentou uma performance bastante significativa em termos de crescimento econômico. Quanto às práticas atinentes ao processo de capacitação, a evidência está a indicar que houve comprometimento das firmas desse segmento industrial com a capacitação tecnológica e produtiva, com o que se iniciava um processo de aprendizado e acumulação tecnológica.

Por sua vez, a crise ocorrida no início dos anos 90, o processo de abertura econômica e o final da reserva de mercado de informática incidiram de forma acentuada sobre a evolução do segmento de AI. Nesse novo ambiente, pode-se afirmar que houve uma fragilização das práticas de capacitação tecnológica, pois foram reduzidos os gastos em P&D e o pessoal alocado nas atividades de desenvolvimento. Por outro lado, existem indícios de que teriam ocorrido alguns avanços no que se refere às práticas associadas com o processo de capacitação produtiva.

Durante a primeira metade da década de 90, foi também observada uma mudança na estrutura patrimonial do segmento de AI, tendo sido algumas firmas locais compradas por firmas estrangeiras. Adicionalmente, cresceu muito a participação das importações no mercado doméstico. Em face desses aspectos, constata-se um avanço no processo de desnacionalização dessa atividade produtiva no País.

Em termos de perspectivas, existe a possibilidade de que as firmas de AI passem, no futuro próximo, por um processo de especialização, concentrando suas atividades em produtos tecnologicamente menos complexos e que sejam mais intensivamente difundidos pela estrutura industrial. Além disso, podem ser aproveitadas as vantagens locais derivadas da proximidade com os usuários dos equipamentos, da ocupação de nichos de mercado e da customização dos produtos. Em uma economia aberta, essas alternativas contribuiriam para a sobrevivência e para a melhoria da performance dos produtores locais de AI.

Bibliografia

- ALBUQUERQUE, E. (1996). Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, São Paulo : Nobel, v.16, n.3, p.56-72.
- BELL, M., PAVITT, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed countries. **Industrial and Corporate Change**, Oxford : Oxford University, v.2, n.2, p.157-210.
- CARLSSON, B., JACOBSSON, S. (1994). Technological systems and economic policy: the diffusion of factory automation in Sweden. **Research Policy**, Amsterdã : North Holland, v.23, n.3, p.235-248.
- CASSIOLATO, J., HEWITT, T., SCHMITZ, H. (1992). Learning in industry and government. In: SCHMITZ, H., CASSIOLATO, J., eds. **Hi-tech for industrial development: lessons from the brazilian experience in electronics and automation**. Londres : Routledge.
- COPELIOVITCH, S. (1993). **Competitividade da indústria de equipamentos de automação industrial**: nota técnica do estudo da competitividade da indústria brasileira. Campinas : UNICAMP-IE/UFRJ-IEI.
- ERBER, F. (1990). A política industrial - paradigmas teóricos de modernidade. In: TAVARES, M., TEIXEIRA, A., PENNA, M., orgs. **Aquarela do Brasil: ensaios políticos e econômicos sobre o governo Collor**. Rio de Janeiro : Rio Fundo.
- ESSER, K., et al. (1996). Competitividad sistêmica: nuevo desafío para las empresas y la política. **Revista de la CEPAL**, Santiago do Chile, n.59, p.39-52.

- EXAME INFORMÁTICA (1992). São Paulo : Abril Cultural, v.7, n.10.
- FERRAZ, J., KUPFER, D., HAGUENAUER, L. (1995). **Made in Brazil: desafios competitivos da industria**. Rio de Janeiro : Campus.
- FLEURY, A. (1995). Quality and productivity in the competitive strategies of brazilian industrial enterprises. **World Development**, Oxford : Pergamon, v.23, n.1, p.73-85.
- FLEURY, A., HUMPHREY, J., coords (1993). **Recursos humanos e a difusão e adaptação de novos métodos para a qualidade no Brasil**. Rio de Janeiro : IPEA. (Texto para discussão, n.326).
- GOBBATO, U. (1990). **Capacitação nacional do setor de bens de informática para automação**. Campinas : UNICAMP-IE.
- KUPFER, D. (1995). A política de qualidade. In: SCHWARTZMAN, S., coord. **Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio**. Rio de Janeiro : FGV. v.2.
- LALL, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. **World Development**, Oxford : Pergamon, v.20, n.2, p.165-186.
- MELLO, G., et al. (1990). **Microeletrônica e informática: uma abordagem sob o enfoque do complexo eletrônico**. Rio de Janeiro : BNDES. (Estudos BNDES, n.14).
- MEYER-STAMER, J. (1995). New departures for technology policy in Brazil. **Science and Public Policy**, Londres : Beech Tree Publishing, v.22, n.5, p.295-304.
- PANORAMA DO SETOR DE INFORMATICA (1989). Brasília : Secretaria Especial de Informática, v.2, n.1.
- PANORAMA DO SETOR DE INFORMATICA (1991). Brasília : Secretaria Ciência e Tecnologia/ DEPIN, v.1, n.1.
- PANORAMA DO SETOR DE INFORMATICA 1991/92 (1994). Brasília : Secretaria de Política de Informática e Automação, n.1.
- PANORAMA DO SETOR DE INFORMATICA 1991/95 (1997). Brasília : Secretaria de Política de Informática e Automação.
- PÉREZ, C. (1985). Microelectronics, long waves and world structural change: new perspectives for developing countries. **World Development**, Oxford : Pergamon, v.13, n.3, p.441-463.

- PEREZ, C. (1986). Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto. In: OMINAMI, C., ed. **La tercera revolución industrial**. Buenos Aires : Grupo Editor Lationamericano.
- PEREZ, C., SOETE, L. (1988). Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: DOSI, G., et al., eds. **Technical change and economic theory**. Londres : Frances Printer.
- PROGRAMA brasileiro de qualidade e produtividade (1990). São Paulo : Gazeta Mercantil.
- QUALIDADE e produtividade na industria brasileira (1996). Rio de Janeiro : BNDES.
- TAUILE, J. (1987). **Automação e competitividade: uma avaliação das tendências no Brasil**. Rio de Janeiro : UFRJ-IEI. (Texto para discussão, n.111).
- TIGRE, P. (1995). Liberalização e capacitação tecnológica: o caso da informática pós - reserva de mercado no Brasil. In: SCHWARTZMAN, S., coord. **Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio**. Rio de Janeiro : FGV. v.2.

Abstract

During the eighties, was set up in Brazil an industrial segment producer of equipments of industrial automation. The development of this industry took place under the official market reserve policy of informatics. Since 1990 started a process of opening up of the Brazilian economy and local firms of industrial automation were increasingly facing international competition, which grew further with the end of the market reserve policy in 1992. This paper analyses this experience with special concern to the structure and performance of this productive segment, as well as to the improvement of technological and production capabilities of local firms. The main proposition of the paper is that the country should preserve and improve the segment of industrial automation, because this is likely to retain the domestic production of core microelectronics technical base activities.