

PAULO BASTOS TIGRE

**INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE
COMPUTADORES**

PERSPECTIVAS ATÉ OS ANOS 90

EDITORA CAMPUS

**INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE
COMPUTADORES**

SÉRIE CAMPUS DE ECONOMIA

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE COMPUTADORES

PERSPECTIVAS ATÉ OS ANOS 90

PAULO BASTOS TIGRE

Phd em Política de Ciência
e Tecnologia pela Universidade de Sussex
Diretor de Planejamento da
Cobra – Computadores Brasileiros S.A.

EDITORA CAMPUS LTDA.

Rio de Janeiro

© 1987, IPEA

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 5988 de 14/12/1973.
Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida sejam
quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos
gravação ou quaisquer outros.

Capa
Otavio Studart

Projeto Gráfico, Composição e Revisão
Editora Campus Ltda.
Qualidade internacional a serviço do autor e do leitor nacional.
Rua Barão de Itapagipe 55 Rio Comprido
Tel.: (021) 284 8443 Telex: (021) 32606 EDCP BR
20261 Rio de Janeiro RJ Brasil
Endereço Telegráfico: CAMPUSRIO

ISBN 85-7001-446-5

Ficha Catalográfica
CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte.
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ.

T448i	Tigre, Paulo Bastos Indústria brasileira de computadores; perspectivas até os anos 90 / Paulo Bastos Tigre. — Rio de Janeiro: Campus: IMPES / IPEA, 1987.
	ISBN 85-7001-446-5
87-0173	1. Computadores, Indústria de — Brasil, I. Título. CDD - 621.38195 CDU - 681.3(81)

Esta publicação é resultado de projeto de pesquisa financiado pelo PNPE. As opiniões emitidas não refletem a posição de qualquer das entidades patrocinadoras do Programa.

PROGRAMA NACIONAL DE

PNPE

PESQUISA ECONÔMICA

Criado em 1973, o PNPE tem como finalidade precípua estimular a produção científica na área da Economia. O Programa é administrado pelo Instituto de Pesquisas do IPEA (INPES) e patrocinado pelas seguintes entidades:

Instituto de Planejamento Econômico e Social-IPEA, Financiadora de Estudos e Projetos-FINEP, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq. O PNPE financia projetos de pesquisa e teses de pós-graduação, mediante concursos realizados a cada semestre. Os pedidos de informação devem ser endereçados a: PNPE/INPES/IPEA, Caixa Postal 2672, CEP 20001 – Rio de Janeiro-RJ; tel. 021 220-6279.

APRESENTAÇÃO

O êxito do Brasil no desenvolvimento de uma indústria de computadores genuinamente nacional tem sido internacionalmente reconhecido. O país ocupa hoje o 3º lugar em termos de participação da indústria local no mercado (com cerca de 50% do total), logo após os Estados Unidos e Japão. Os países europeus, apesar de terem capacidade técnica e industrial superiores à brasileira, não têm logrado o mesmo êxito na ocupação de seus respectivos mercados, devido a inexistência de mecanismos adequados de proteção.

No entanto, o sucesso industrial na informática é um alvo móvel, sujeito a alterações substanciais a curto e médio prazos em função do intenso dinamismo competitivo e tecnológico do setor. Assim, o futuro da indústria nacional não está assegurado pela simples inércia dos resultados obtidos até agora. Ao contrário, dependerá crescentemente de uma conjunção favorável de fatores tecnológicos, econômicos e políticos, muitos dos quais de natureza exógena.

O objetivo deste trabalho é analisar as perspectivas da indústria brasileira de computadores até o início da década de 90, à luz das transformações em curso nos países líderes da indústria. Isso envolve, inicialmente, uma avaliação das tendências estruturais e tecnológicas da indústria internacional de informática e a interpretação de seu significado para o Brasil. Em seguida o estudo analisa o desempenho da indústria brasileira, a questão tecnológica e os desafios competitivos dos próximos anos. Por fim, o último capítulo resume as principais conclusões.

A tarefa de analisar, de forma integrada, aspectos de natureza econômica, tecnológica e política em uma indústria diversificada exigiu a participação direta de outros pesquisadores. Quero agradecer a Fátima Gaio pela sua análise da indústria de software; a Catherine Marie Mathieu pelo seu estudo sobre automação de escritórios; a Leila Perine que participou intensamente das fases iniciais do trabalho e a Valéria Amorim pela elaboração de quadros, tabelas e revisão dos originais.

A pesquisa envolveu entrevistas junto a executivos, professores universitários e técnicos do governo, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos. Sou grato a Mario Ripper, Newton Faller, Antônio Didier Viana, Josef Manasterski, Paulo Hummel, Ricardo Saur, Arlindo Vasquez, José Guarany, Peter Evans, Júlio Seneghine e a muitos outros pela ajuda que prestaram na compreensão das questões discutidas aqui. Sou grato também, aos comentários e sugestões de João Carlos Ferraz, Fábio Erber, Afonso Fleury, Mariano Laplane, Marcos Eugênio da Silva, Ana Lúcia Silva, Margarida Batista e Ivan da Costa Marques nas versões originais deste trabalho. Por fim, quero agradecer ao Programa Nacional de Pesquisa Econômica (PNPE/IPEA) pela ajuda financeira prestada.

SUMÁRIO

Capítulo I

TENDÊNCIAS ESTRUTURAIS DA INDÚSTRIA INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA.	9
1. Crescimento e Fragmentação do Mercado.....	10
2. Estrutura da Indústria e Concentração.....	12
2.1. Hardware.....	12
- Mainframes.....	14
- Minis e Superminis.....	16
- Microcomputadores.....	17
2.2. Tendências Estruturais do Setor de Software.....	20
- O Setor de Software nos EUA.....	23
- A Indústria de Software para Microcomputadores.....	23
3. Respostas das Empresas: Cooperação.....	26

Capítulo II

TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS NA INFORMÁTICA.....	30
1. Tendências Tecnológicas em Hardware.....	30
- Automação de Escritórios.....	30
- Processamento em Paralelo.....	32
- Comunicação Homem-Máquina.....	32
- Aumento da Densidade dos Circuitos Integrados.....	33
2. Tendências Tecnológicas em Software.....	33
- Sistemas Distribuídos de Computação.....	34
- Concentração de Inteligência nos Sistemas.....	34
- Engenharia de Software.....	35
- O Projeto de Quinta Geração.....	37

Capítulo III

POLÍTICAS DE INFORMÁTICA EM PAÍSES INDUSTRIALIZADOS.....	38
1. Estados Unidos.....	39
2. Japão.....	40
3. Europa Ocidental.....	41
4. Países Recentemente Industrializados (NICS).....	43

Capítulo IV

DESEMPENHO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE COMPUTADORES.....	45
1. Evolução da Indústria e Mercado Brasileiro de Equipamentos de Processamento de Dados (EPD).....	45
- O Mercado de Pequenos Computadores.....	46
- Concentração e Liderança.....	46
- Computadores de Grande Porte (Mainframes).....	49
- Perfil da Demanda.....	50
2. Importações e Exportações.....	51
- Importações.....	51
- Importações Ilegais.....	53
- Exportações.....	54
3. Política de Informática no Brasil.....	55

Capítulo V

A QUESTÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE COMPUTADORES....	60
1. Estratégias Tecnológicas de Produto.....	60
1.1. Desenvolvimento Próprio.....	61

1.2. Engenharia Reversa.....	63
1.3. Licenciamento.....	65
1.4. Oportunidades e Limitações.....	67
2. Tecnologia de Processo, Normatização e Qualidade Industrial na Informática.....	69
2.1. Processo de Produção como Elemento Competitivo.....	69
2.2. Custos de Produção.....	70
2.3. Qualidade Industrial.....	73
2.4. Normas Técnicas.....	74
 Capítulo VI	
DESAFIOS COMPETITIVOS NA INDÚSTRIA NACIONAL.....	77
1. Estratégias Competitivas em uma Indústria Emergente.....	77
2. Cenário Competitivo até 1992: Estratégias Prováveis das Multinacionais, Conglomerados Nacionais e Empresas Independentes de Pequeno e Médio Porte.....	78
2.1. Empresas Multinacionais.....	78
2.2. Conglomerados Eletrônicos e Grandes Empresas Nacionais Empresas Independentes de Pequeno e Médio Porte.....	80
	83
 CAPÍTULO VII	
RESUMO E CONCLUSÃO	85
1. Sumário das Tendências Internacionais da Indústria e Tecnologia da Informática.....	85
2. Implicações para o Brasil.....	88
3. Aspectos Críticos até a Década de 80.....	90
3.1. Desempenho, Estrutura e Estratégias Competitivas.....	90
3.2. Estratégias Tecnológicas de Produto.....	92
3.3. Processo de Produção e Qualidade Industrial.....	95
4. Perspectivas da Política Governamental.....	96
 Bibliografia.....	 100

CAPÍTULO 1

Tendências Estruturais da Indústria Internacional de Informática

A indústria de computadores apresenta, desde sua criação, nos anos 50, um dinamismo sem paralelo na história da indústria, tanto em termos de mudança tecnológica como de crescimento de mercado. Do ponto de vista técnico, as sucessivas gerações de computadores produziram melhorias fantásticas se comparadas com a evolução de outros setores industriais modernos, tais como as indústrias automobilística e aeronáutica. Este fato é evidenciado pela conhecida analogia feita por Forester (1985) de que se tais produtos tivessem evoluído tanto quanto os computadores nos últimos 30 anos, um Rolls Royce custaria 2,75 dólares e andaria 1,3 mil quilômetros com um litro de gasolina, enquanto que um Boeing 767 custaria apenas 500 dólares e daria a volta ao mundo em 20 minutos, usando apenas 19 litros de combustível.

A dramática redução de custos dos computadores, associada a uma multiplicação de suas aplicações técnicas potenciais, levou a indústria a se posicionar entre as mais importantes do mundo já no início dos anos 80. A receita gerada pela indústria de computadores atingiu a US\$ 110 bilhões em 1983, quase o dobro do faturamento da indústria siderúrgica e praticamente o mesmo valor apresentado pelos três grandes fabricantes de automóveis naquele ano. Apenas as empresas petrolíferas eram mais ricas com um faturamento de US\$ 500 bilhões em 1983. Em 1986, em termos de valor de mercado, as empresas de informática se posicionavam como o segundo maior setor da economia americana, logo após o setor de serviços públicos. Isso significa que o conjunto das ações das empresas de informática, avaliadas em US\$ 158 bilhões, valem mais que as ações de setores como petróleo, automóveis e bancos cujo patrimônio líquido é significativamente superior.

Os Estados Unidos vêm dominando amplamente o mercado mundial de computadores, com uma participação variando de 75% a 80% durante a década de 70. Isto ocorre em função do peso da IBM, empresa que domina a maioria dos segmentos do mercado em praticamente todos os países ocidentais, conferindo à indústria de computadores uma estrutura bastante concentrada. No entanto, o dinamismo apresentado pela tecnologia microeletrônica e suas aplicações ao processamento de dados vem proporcionando uma sucessiva fragmentação do mercado, criando simultaneamente novos mercados e oportunidades para novas empresas. Estas duas características da indústria – concentração e fragmentação – operam de forma paradoxal em relação à estrutura da indústria. Enquanto a primeira reduz o número de empresas e a oportunidade de crescimento das firmas não-líderes, a segunda contribui para a sobrevivência de um setor independente. Tal processo ocorre em etapas distintas do ciclo de vida do produto. No início do ciclo há uma tendência à fragmentação e, na medida em que os novos segmentos crescem, ocorre a entrada dos grandes fabricantes, dando origem ao processo de concentração.

Uma outra tendência observada no mercado foi de cooperação entre empresas de diferentes segmentos do mercado. A integração de computadores, dentro da concepção de redes públicas ou privadas, tem levado o mercado a buscar soluções globais ou integradas às suas necessidades de informática. Os consumidores, especialmente as grandes corporações, não querem ficar trancados em equipamentos *stand alone* que não se comuniquem entre si. Ao contrário, buscam soluções em que módulos e equipamentos como micros, periféricos e mainframes possam partilhar seus recursos de processamento e banco de dados entre si. Em consequência, empresas especializadas tendem a buscar associação e/ou compatibilidade com outros fornecedores, de forma a concorrer com grandes empresas que ofereçam uma linha completa de produtos. As principais tendências da indústria internacional de computadores serão discutidas a seguir.

1. CRESCIMENTO E FRAGMENTAÇÃO DO MERCADO

O crescimento do mercado de computadores está associado não só ao aumento dos usuários dos sistemas existentes mas também à abertura de novas aplicações. A indústria está se fragmentando em diversos nichos especializados, na medida em que se amplia o processo de difusão. Nos anos 60, a indústria oferecia um único produto, o computador mainframe de uso geral. Hoje, o mainframe é apenas um dos vários segmentos do mercado e, apesar de sua importância no faturamento global da indústria, o produto já deixou de exercer um papel dominante. Responsável por 80% das vendas em 1975, os mainframes deverão representar menos de 15% do faturamento da indústria até o final da década, segundo diferentes análises.

Este fato refletiu-se igualmente em termos de software. Até os anos 70, os serviços de PD eram realizados em instalações centralizadas em torno de computadores mainframes. Com a difusão dos microcomputadores, viabilizou-se a filosofia do processamento distribuído, permitindo assim o desenvolvimento de uma indústria independente de software. Nos Estados Unidos, uma pesquisa¹ constatou que 53% do software utilizado em micros provinha de fornecedores independentes, sendo o restante produzido pelos próprios usuários. No caso dos mainframes, apenas 36% eram adquiridos fora, dando assim menor peso relativo aos fornecedores independentes.

Novas aplicações geralmente requerem o desenvolvimento de novos produtos, tanto em termos de hardware como de software. Em consequência, surgem novos nichos de mercado em áreas como computação pessoal, gerenciamento de pequenas e médias empresas, controle de processos, automação bancária e processamento em rede.

As empresas líderes da indústria de computadores nem sempre entram imediatamente nos novos mercados. Isso ocorre devido a três causas principais: primeiro, porque não são rápidas o suficiente para descobrir novos nichos; segundo, por não contarem com recursos humanos críticos para determinada aplicação e, por fim, por preferirem esperar o crescimento e melhor definição do mercado para então lançarem seus produtos, adotando assim uma estratégia tipicamente defensiva.

A demora das grandes empresas em fazerem sua entrada nos novos fragmentos do mercado cria oportunidades para o surgimento de novas empresas. As barreiras à entrada nos novos mercados são geralmente baixas, na medida em que o fator de produção crítico nesta etapa do ciclo da vida do produto é a capacidade técnica. Pequenas equipes técnicas engenhosas têm sido capazes de projetar e desenvolver produtos para nichos específicos de mercado e dar origem a novas e bem-sucedidas empresas. O exemplo mais significativo deste processo ocorre no mercado dos microcomputadores, um nicho que surgiu apenas no final dos anos 70. A Apple Computer, fundada em 1976, por dois jovens técnicos praticamente sem capital, é hoje uma das 500 maiores empresas americanas com faturamento superior a US\$1 bilhão em 1984. Existem hoje nos Estados Unidos cerca de 150 fabricantes de microcomputadores, a maioria dos quais tem menos de cinco anos de existência.

Em software, o surgimento dos microcomputadores estimulou a expansão dos horizontes da indústria independente, atingindo inclusive a área de software básico, que é tradicionalmente dominada pelos fabricantes de hardware. Este é o caso do sistema operacional CP/M, desenvolvido pela software-house americana Digital Research Inc. e adotada como standard "de fato" para a geração de micros de oito bits. Outro exemplo é o sistema operacional MS/DOS desenvolvido pela Microsoft para o PC de 16 bits da IBM e hoje utilizado por centenas de fabricantes de computadores em todo o mundo.

¹ Committee for Information, Computer and Communication Policy, *Software: a New Industry*, OECD, Paris, 1984.

A entrada de novas empresas foi facilitada pelo desenvolvimento dos circuitos integrados de larga integração (chips VLSI) ou microprocessadores. Um microprocessador traz embutido a arquitetura básica requerida pelo microcomputador definindo funções como entrada e saída de dados, operações lógicas e aritméticas e memória principal. Como tais dispositivos são fabricados e vendidos no mercado por empresas independentes (Motorola, Intel, Zilog), a tarefa de projetar microcomputadores se torna muito mais simples. O projeto dos antigos mainframes era muito complexo, pois exigia a definição de cada etapa da lógica do computador, a partir de elementos discretos e circuitos de baixa integração. Tal processo requeria elevados recursos técnicos em projeto e simulação, que ficavam muito além das possibilidades das pequenas empresas. Em consequência, havia uma barreira tecnológica à entrada de novas empresas, que, associada à barreira financeira e ao absoluto domínio de mercado exercido pela IBM, fizeram com que a estrutura da indústria de computadores mainframes ficasse praticamente inalterada nos últimos 20 anos.

QUADRO 1

MERCADOS ESPECIALIZADOS E SEUS LÍDERES

Produto	Empresa Líder
ATM (Automated teller machines)	Diebold
CAD/CAM	Computervision
Serviços de Processamento de Dados	Automatic Data Processing
Unidades de disco e fita magnética	Storage Technology
Unidades de disco Winchester	Seagate Technology
Unidades de disco flexível	Tandon
Disquetes	Verbatim
Microprocessadores	Intel
Minicomputadores	Digital Equipment (DEC)
Computadores "fail-safe"	Tandem Computers
PBX	ROLM
Computadores pessoais	Apple Computer/IBM
"Plug - Compatible Mainframes"	Amdahl
Impressoras	Dataproducts
Software (banco de dados)	Cullinet
Software aplicativo	Management Science of America
Supercomputadores	Cray Research
Supermicrocomputadores	Prime Computers
Sistemas minicomputadores "turn key"	Triad Systems
Processadores de Palavras	Wang Laboratories

Fonte: McClellan, S. (1984)

A evolução dos microprocessadores criou mercados especializados, cuja liderança é atualmente exercida por novas empresas. Alguns destes nichos já atingiram proporções expressivas, tais como computadores pessoais (US\$ 11 bilhões) e unidades de disco flexíveis (US\$ 500 milhões em 1984). O Quadro 1 mostra os nichos da indústria de computadores e seus respectivos líderes no mercado americano.

Os mercados especializados, por sua vez, também não são estáticos. Na medida em que surge um novo nicho, eles tendem a fragmentar-se em novos nichos menores. O mercado de impressoras, por exemplo, desdobrou-se em impressoras de linhas de alta velocidade, impressoras *daisy-wheel* de qualidade carta, impressoras matriciais de baixa velocidade, impressoras a laser, térmicas e *ink-jet*. As unidades de disco por sua vez dividem-se em rígidas, flexíveis, microflessíveis, de 8, 5 1/4 e 3 1/2 polegadas, winchester e também em audiodisco a laser. O mais interessante é que nenhuma empresa consegue liderar todos estes mercados, deixando assim brechas para novas entradas.

O processo de especialização e fragmentação segue o rastro das contínuas transformações que ocorrem na tecnologia eletrônica digital. Os conceitos científicos que regem a eletrônica estão em estágio avançado de desenvolvimento, enquanto que sua aplicação prática apenas se inicia. Torna-se impossível, portanto, vislumbrar uma etapa de maturação da indústria nos moldes clássicos de ciclos tecnológicos do produto. Trata-se de uma indústria fluida, com ciclos de vida às vezes tão rápidos que empresas inovadoras não têm sequer a garantia de retorno dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P & D) de produtos bem-sucedidos. A própria sobrevivência das empresas está constantemente ameaçada por novos (e inesperados) requerimentos do mercado e pelas necessidades crescentes de investimento e capacitação tecnológica resultantes.

A especialização que ocorre no mercado de computadores envolve soluções para clientes que vão desde pequenos comerciantes a grandes indústrias, passando por profissionais liberais, empresas financeiras e hospitais.

A solução dos problemas específicos de cada um desses clientes depende, em última análise, de software. A redução no preço e o aumento do desempenho do hardware viabilizaram a informatização da maioria das atividades econômicas. A efetiva implementação desta tecnologia, no entanto, vai depender cada vez mais do desenvolvimento de programas adequados para cada atividade. Os fabricantes de software deverão absorver uma parcela crescente do mercado, atendendo a novas demandas por soluções especializadas. Nos Estados Unidos, empresas independentes produtoras de software, tais como EDS, Computer Sciences e Automatic Data Processing, já ultrapassaram a casa do meio bilhão de dólares anuais em vendas, enquanto que centenas de firmas menores crescem aceleradamente. Tais empresas caracterizam-se por venderem informações, integrando-se perfeitamente na "sociedade informatizada" para a qual parecem caminhar os países desenvolvidos.²

2. ESTRUTURA DA INDÚSTRIA E CONCENTRAÇÃO

2.1. Hardware

Paradoxalmente ao processo de fragmentação, a indústria de computadores apresenta-se fortemente concentrada nos segmentos mais consolidados do mercado e tem tendência acentuada de concentração nos mercados de crescimento acelerado. A origem deste processo é o tamanho e agressividade da IBM no mercado mundial.

A IBM sempre liderou o mercado mundial de computadores. Mas uma coisa era dominar o pequeno mercado de mainframes que caracterizava a indústria nos anos 60; outra é confirmar tal domínio no fragmentado mercado da informação dos anos 80 que abrange desde micros pessoais a supercomputadores, de componentes semicondutores a satélites espaciais. Durante a década de 70, considerada explosiva para a eletrônica digital, a IBM reduziu sua participação de 60 para 40% do mercado mundial. Nos últimos seis anos, no entanto, sua participação global vem sendo mantida acima dos 40% (medidos em termos do faturamento das 100 maiores empresas de processamento de dados), o que representa simultaneamente manter o domínio dos mercados já estabelecidos (mainframes, serviços de processamento de dados) e entrar de forma bem-sucedida nos novos nichos abertos por concorrentes.

A lucratividade da IBM tem sido bem superior ao que sua participação no mercado pode sugerir. Em 1983, a IBM arrebatou 69% de todos os lucros da indústria, embora seu faturamento tenha correspondido a apenas 41%. O lucro líquido de US\$ 5,5 bilhões alcançados neste ano fez da IBM a mais lucrativa empresa do mundo, embora seu faturamento de US\$ 40,2 bilhões a colocasse no sétimo lugar no *ranking* mundial. Isso representa ter acesso privilegiado aos

² Para melhor conceituação ver Daniel Bell, "The Social Framework of the Information Society" in *The Microelectronics Revolution* (Cambridge, MA: Mit Press, 1981), Ed. Tom Forester.

recursos financeiros necessários para o crescente investimento requerido pela indústria.

A IBM planeja dobrar seu faturamento para US\$ 100 bilhões em 1990 e alcançar US\$ 185 bilhões em 1994, tornando-se então a maior empresa do mundo. Para isso, investe pesadamente em novas instalações e P&D, especialmente software e comunicações, visando desenvolver sistemas para o escritório do futuro.

O crescimento da IBM, associado a suas agressivas políticas de *marketing* e preços, tem causado grande preocupação na indústria mundial, a ponto de se acreditar que em muitos casos a competição com o gigante da informática está se tornando virtualmente impossível.

Alguns analistas³ temem que a redução da competição possa ameaçar o ritmo de inovação da indústria de computadores. Investidores estão cada vez mais reticentes em investir em novas empresas que tradicionalmente tem sido responsáveis pela introdução de novos produtos no mercado. Tais indústrias tinham como principal fonte de recursos financeiros os *venture capitalists* – empresas especializadas em investir capital de risco em empreendimentos promissores. No entanto, o fluxo de *venture capital* para indústrias que competem com a IBM, como por exemplo os fabricantes de microcomputadores, tem se reduzido significativamente nos últimos dois anos, devido ao crescente domínio da corporação neste mercado.

Do ponto de vista dos consumidores, tem surgido também a preocupação de que uma excessiva dependência em um só fornecedor possa reduzir o ritmo de inovações no mercado. Segundo William Synwoltdt, diretor de informática da Houston Lightning and Power Company, a situação monopolística poderá tirar a habilidade e o interesse da IBM em desenvolver os produtos necessários para os usuários continuarem a reduzir seus custos.

As práticas competitivas da IBM no mercado de mainframes, onde a empresa controla mais de 70% do faturamento mundial, a levaram a responder a diversos processos de violação da legislação antitruste. Em 1982, o Departamento de Justiça americano arquivou um processo que já durava 13 anos, no qual a empresa era acusada de competição desleal visando o monopólio do mercado. Dois anos depois, a Corte Européia decidiu encerrar um processo contra a IBM depois que esta aceitou abrir informações a respeito de sua linha de computadores 370.

Os processos contra a IBM baseados no "Sherman Act", principal peça componente da legislação antitruste americana, foram em geral iniciados por empresas fabricantes de equipamentos compatíveis, tais como Memorex, Calcomp e Telex. As firmas produziam equipamentos que podiam ser conectados a instalações IBM, mas se viam repentinamente fora do mercado depois que a IBM introduzia protocolos secretos e outros artifícios visando tornar incompatível aquilo que não fosse de sua própria fabricação. Apesar de ter influenciado a mudança de algumas atitudes da IBM, os processos apresentaram poucos resultados práticos. Os advogados de defesa da IBM eram sempre mais numerosos e mais qualificados do que os de acusação. Além disso, a demora inerente a um processo jurídico se mostrou inteiramente incompatível com o ritmo de inovação da indústria de computadores. O caso do processo iniciado pelo Mercado Comum Europeu é bastante sugestivo. A Corte Européia analisou durante anos as alegações de práticas restritivas da IBM em relação aos fabricantes de equipamentos compatíveis com a linha 370. Quando, em agosto de 1984, finalmente concluiu o processo, exigindo que a IBM abrisse a arquitetura do 370 às empresas concorrentes, o produto já estava totalmente obsoleto, sem apresentar maior interesse aos fabricantes europeus que iniciaram a ação.

A discussão se as práticas competitivas da IBM ferem ou não a legislação antitruste não resolve o problema que seu gigantismo representa para os

³ Ver Andrew Pollac: "The Dauting Power of IBM". *The New York Times*, January 20, 1985.

concorrentes. Mesmo agindo legalmente, a empresa tende a tornar-se imbatível nos mercados que pretende atuar. O prestígio gozado pela empresa junto aos usuários faz com que o anúncio de um lançamento de um novo produto IBM, ou mesmo um simples rumor, seja suficiente para reduzir as vendas dos concorrentes. Alguns críticos alegam que a IBM usa esta prática como arma competitiva. A empresa, no entanto, se defende com o argumento de que a prática dos avisos antecipados de lançamento é necessária para ajudar o planejamento do cliente.

A IBM tem combinado o prestígio de sua marca com práticas agressivas de preço, *marketing* e suporte ao cliente. Em 1983, a empresa só não liderava o mercado de minicomputadores, graças à atuação do DEC neste segmento. O quadro a seguir indica a participação da IBM nos diferentes segmentos do mercado de computadores.

QUADRO 2
PARTICIPAÇÃO DA IBM NO MERCADO MUNDIAL
DE COMPUTADORES (1984)

Produto	Participação	Mercado
	da IBM	Total US\$ milhões
Mainframes (128 usuários ou mais)	76,0%	16.000
Grandes minicomputadores (17 a 128 usuários)	11,5%*	9.500
Pequenos minicomputadores (2 a 16 usuários)	22,3%*	8.400
Microcomputador (1 usuário)	42,0%	11.500

(*) *Dados referentes a 1983.*

Mainframes

No mercado de mainframes os competidores da IBM eram conhecidos, até o início dos anos 70, como os "sete anões". Nesta época a General Electric e a RCA abandonaram o mercado de computadores, passando os remanescentes cinco concorrentes a serem conhecidos pelas suas iniciais BUNCH (Burroughs, Univac, NCR, Control Data e Honeywell).

O BUNCH tem encontrado crescentes dificuldades na competição com a IBM. No período 1975 a 1984, a participação destas empresas no mercado de mainframes declinou de 38 para 19%, conforme mostra o quadro a seguir.

O sucesso da IBM em praticamente monopolizar o mercado mundial de computadores de grande porte deve-se a uma combinação de estratégias de *marketing*, preços e produto. No final dos anos 70, a empresa introduziu importantes modificações na forma de comercialização de seus produtos, passando a vendê-los diretamente aos clientes ao invés de alugá-los como tradicionalmente fazia. Ao mesmo tempo, lançou novos equipamentos com excelente relação preço-performance.

QUADRO 3
PARTILHA DO MERCADO AMERICANO DE
MAINFRAMES POR FABRICANTE (1975-84)

Empresa	Participação	
	1975	1984
IBM	59	76
Honeywell	7	6
Sperry	9	6
Plug-Compatible-manufactures	3	5
Burroughs	8	3
Control Data	7	2
NCR	7	2

Fonte: McClellan (1984)

O aluguel de equipamentos, apesar de dar segurança ao fabricante de computadores, implica geralmente uma postura cautelosa e defensiva. Uma empresa que aluga seus equipamentos só introduz novos produtos depois que os antigos já se encontram devidamente amortizados e depreciados. Em consequência, a IBM tendia a retardar o desenvolvimento de novos produtos, a fim de minimizar o impacto da substituição dos equipamentos antigos. Tal política, no entanto, dava chances aos competidores de inovar e ganhar parcela do mercado com produtos mais avançados.

Em janeiro de 1979, a IBM iniciou a implementação de mudanças na sua estratégia de comercialização ao lançar a linha 4300 de computadores de médio porte. O produto oferecia uma relação performance-preço oito vezes superior (medidos em termos de MIPS - milhões de instruções executadas por segundo) à geração IBM que vinha substituir. Embora o mercado estivesse acostumado a receber lançamentos de impacto, a nova linha IBM era um salto sem precedente na área dos mainframes. Um computador da série 4300, vendido por US\$ 70,000 (modelo 4341), substituía um computador de geração anterior que custava US\$ 500,000. Em consequência, em menos de um mês foram vendidas 40.000 unidades, mais do dobro das vendas estimadas para todo o ciclo de vida do produto (cerca de cinco anos). Paralelamente, a empresa alterou seu esquema de aluguel, passando a cobrar mensalmente do cliente 1/30 do valor de venda do equipamento contra 1/45 geralmente cobrados nas gerações anteriores. Nestas condições, os usuários IBM preferiam comprar equipamentos ao invés de alugá-los. Isso proporcionou novos recursos à empresa, aplicados no aumento da produção e serviços aos clientes.

Os competidores da IBM encontram-se atualmente em uma difícil batalha para recuperar o terreno perdido. Algumas empresas conseguiram desenvolver produtos tecnologicamente superiores ao 4300, mas lhes falta competitividade em termos de recursos financeiros, *marketing* e assistência ao cliente. Recentemente, a IBM lançou uma nova linha de computadores de grande porte (308X) que torna ainda mais difícil a situação de seus concorrentes, pois é vendida pela metade do preço do modelo 4341, em termos de custo por MIPS.

As empresas do BUNCH tendem hoje a desenvolver equipamentos compatíveis com IBM, já que a empresa, com quase 80% do mercado mundial de mainframes, estabeleceu um padrão "de fato" para toda indústria. Assim, elas têm possibilidades de competir no mercado de usuários IBM oferecendo módulos de hardware e software desenvolvidos para aplicações específicas ou de forma a superar, em termos de preço e performance, determinados equipamentos periféricos (impressoras, discos etc.) ou sistemas oferecidos pela própria IBM. Tal estratégia já é seguida pelos chamados PCMS (plug-compatible manufacturers) e representaria um retrocesso para as empresas do BUNCH que oferecem hoje sistemas completos incompatíveis. Cabe lembrar, contudo, que o mercado de mainframes apresenta uma das menores taxas de crescimento de toda a informática, o que sugere que muitos fabricantes possam decidir deixar definitivamente este mercado em troca dos segmentos mais dinâmicos da indústria. O mercado de mainframes representou cerca de 35% das vendas da IBM em 1984, mas deverá perder terreno nos próximos anos para software e equipamentos de menor porte (BW Feb.18, 1985).

O grau de concentração apresentado pelo mercado de mainframes não encontra similar na indústria americana, à exceção de segmentos muito especializados. Isso tem suscitado debates sobre o papel do Estado e das leis antitruste na preservação da competição como motor da economia capitalista. A questão que se coloca hoje lembra, em muitos aspectos, a indústria petrolífera no início do século. Naquela época, a Standard Oil foi obrigada a ser desmembrada, dando origem ao grupo de empresas de petróleo conhecidas como "as sete irmãs".

A IBM domina também mercados de grandes computadores do Japão e da Europa Ocidental, apesar do apoio dos respectivos governos à indústria local.

No Japão, a produção doméstica de computadores alcançou US\$ 10 bilhões em 1983, correspondendo a apenas 10% do faturamento americano. Tal produção coloca o Japão em segundo lugar no *ranking* mundial. No mercado de computadores de

grande porte, a IBM detinha cerca de 28% do mercado seguida pela Fujitsu (20%), Hitachi (17%), NEC (17%) e Nippon Unical (16%)⁴. No entanto, segundo diferentes análises, a Fujitsu terá condições de superar as vendas da IBM-Japan até o final da década de 80, graças a seu intenso desenvolvimento tecnológico e sua posição privilegiada junto aos grandes consumidores japoneses.

Na Europa, o mercado de processamento de dados atingiu US\$ 36 bilhões em 1983, sendo previsto um crescimento de 20% ao ano até o final da década. Os fabricantes locais de mainframes, tais como ICL (Inglaterra) e Bull (França), não têm tido muito sucesso na competição com a IBM e recuam progressivamente para equipamentos de menor porte, como micros e minicomputadores.

Mínis e Supermínis

Os minicomputadores apareceram em meados dos anos 60, como uma das inovações mais revolucionárias da indústria de computadores até então. Os primeiros mínis oferecidos pela DEC custavam um décimo do preço e ocupavam apenas uma fração do espaço requerido pelos mainframes. Além disso, abriam oportunidade para novas aplicações através do processo de descentralização ou "processamento distribuído", no qual se abriu uma opção aos grandes centros de processamento de dados.

No entanto, os mínis abriram caminho para o surgimento dos microcomputadores e acabaram por se tornar vítimas deste movimento. O impacto da introdução dos microcomputadores foi semelhante ao ocorrido uma década antes com o mínis: os novos equipamentos eram mais compactos e apresentavam melhor relação preço/performance. Em consequência, o mercado de mínis perdeu seu dinamismo, principalmente no segmento tradicional de máquinas de oito e 16 bits.

Os minicomputadores, a exemplo dos mainframes que os precederam, têm arquitetura fechada, tanto em termos de hardware (processadores exclusivos) e software. Em consequência, não existe compatibilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes. Ao comprar um minicomputador, o usuário fica trancado dentro das possibilidades oferecidas pelo fornecedor. Os fabricantes de micros, ao contrário, usam microprocessadores padronizados e, em geral, estão abertos para todos que desejem desenvolver software para seus equipamentos. Assim, os micros, além de custarem menos, dispõem de uma gama mais ampla de software aplicativo.

A maioria dos fabricantes de minicomputadores enfrentam hoje declínio nas vendas e começam a acumular prejuízos. Além da concorrência dos micros, eles perdem mercado também para os computadores mainframes no segmento superior do mercado, na medida em que a IBM adota estratégias mais agressivas. A saída encontrada pelos líderes da indústria foi desenvolver os chamados superminicomputadores. Estes equipamentos utilizam microprocessadores de 32 bits (em vez de oito e 16 bits dos mínis tradicionais) e conseguem oferecer a capacidade dos mainframes por um preço pouco superior aos mínis. Os supermínis suportam de 16 a 128 terminais, têm de um a 16 megabytes de memória principal e oferecem maior capacidade de processamento e facilidade de programação.

Outra tendência dos fabricantes de mínis é descer para o mercado de microcomputadores, oferecendo equipamentos compatíveis com sua própria linha de produtos e/ou com os principais sistemas operacionais existentes no mercado. A Digital Equipment Corporation (DEC), líder do mercado de mínis, com cerca de 22% de participação, lançou recentemente o Microvax II, um computador de mesa com a performance e características do míni VAX 780, mas que custa apenas um quinto do preço. A empresa tenta também concorrer no mercado de mainframes com os novos supermínis da linha Venus e VAX 8600. Segundo especialistas, a DEC deverá se tornar a segunda empresa no mercado internacional de computadores após a IBM em futuro próximo.

⁴ *Electronics Week*, Jan. 1, 1985

A IBM ocupa a segunda posição no mercado com 21% seguido da Hewlett Packard, Wang, Data General e Burroughs (ver Quadro 4). A posição da IBM no mercado de minis reflete certa cautela da empresa em investir neste segmento. A empresa concentra seus esforços nas áreas de mainframes e microcomputadores, dotando-os de características e gamas de aplicações (por exemplo, na área científica e de engenharia) para competir no mercado de minis.

Microcomputadores

O desenvolvimento da indústria de microcomputadores constitui um caso de excepcional interesse para estudo das questões de dinâmica econômica e organização industrial. Em apenas oito anos, surgiram quase duas centenas de empresas nos Estados Unidos que apresentaram inovações revolucionárias, lucros e taxas de crescimento fantásticos e, finalmente, prejuízos e dificuldades. Os personagens centrais deste ciclo são a Apple Computers, no início, e a IBM e seus clones, no fim.

QUADRO 4
ESTIMATIVA DO MERCADO DE MINICOMPUTADORES NOS EUA

Empresa	Participação %
DEC	22,0
IBM	22,0
HP	12,5
WANG	6,6
BURROUGHS	} de 4,0 a 6,0 cada
DATA GENERAL	
PRIME	
TANDEM	
OUTROS	19,9
TOTAL	100,00

Fonte: *Electronics Week*, Jan. 1, 1985.

O aparecimento dos circuitos integrados de larga integração (microprocessadores), em meados dos anos 70, criou a base para o desenvolvimento dos microcomputadores. Os componentes incorporavam muitas das funções requeridas pelos computadores, simplificando extraordinariamente a tarefa de projetar equipamentos. Em consequência, cerca de 150 novas empresas entraram no mercado, a maioria das quais de forma bem-sucedida. Alguns fabricantes traziam inovações importantes, tais como portabilidade, facilidade de comunicação, maior capacidade de memória etc., enquanto que outros passaram a copiar os modelos oferecidos pelos líderes do mercado oferecendo características adicionais ou menores preços.

A IBM entrou no mercado em 1981, com o modelo PC. O produto não apresentava vantagens tecnológicas importantes sobre os concorrentes, na medida em que utilizava um microprocessador padrão (8088 da Intel) e software aberto (sistema operacional MS/DOS). A estratégia da IBM foi abrir a arquitetura para que fosse desenvolvido o maior volume de software possível por empresas independentes. Os resultados foram surpreendentes pois, confiantes no sucesso do produto, os melhores projetistas de software passaram a desenvolver aplicativos para o IBM PC. A rede de comercialização (os micros, ao contrário dos computadores de maior porte, são vendidos em loja) também acolheu em massa o novo produto, dando espaço privilegiado ou mesmo exclusividade ao PC. A expectativa em torno do produto foi tão grande que acabou por tornar irreversível seu sucesso. No primeiro ano, o IBM PC conquistou 7% do mercado de micros passando a 17% em 82, 28% em 83, 42% em 84.

A partir de 1985, a consolidação do padrão PC estimulou o surgimento de equipamentos compatíveis, a maioria dos quais produzidos ou subcontratados junto a empresas da Coréia e Taiwan. O micro tornou-se um produto genérico relativamente fácil de montar. Mais de 3,6 milhões de micros IBM compatíveis mais conhecidos como clones, foram vendidos no mercado mundial em 1986. Em consequência, a participação da IBM caiu de 43 para 33% do mercado, enquanto que os preços baixaram de cerca de US\$ 2,300 para pouco mais de US\$ 1,500 por unidade (BN, July 28, 1986.).

Este fato provocou uma autêntica "guerra de preços", trazendo grandes dificuldades financeiras a fabricantes americanos. Empresas importantes como Franklin Computer, Victor Technologies, Osborne e Otrona fecharam suas fábricas ou entraram em falência. Dezenas de outras empresas demitiram pessoal e reduziram projeções de vendas como parte de um esforço de se manterem no mercado. A DEC decidiu retardar sua entrada no mercado dos micros, enquanto que empresas como Molecular Computer e Durango Systems se fundiram para reforçar suas chances de sobrevivência.

QUADRO 5 EVOLUÇÃO E PARTILHA DO MERCADO AMERICANO DE MICROCOMPUTADORES

Ano	Participação Percentual no Mercado			Valor do Mercado	
	IBM	APPLE	TANDY	UNID:(mil)	Valor (US\$ milhões)
1981	7,0	56,0	15,6	n.d	n.d
1982	17,0	41,0	15,0	n.d	n.d
1983	27,9	29,0	12,0	n.d	13.800
1984	42,0	21,0	n.d	3.200	27.000
1985*	43,0	17,0	n.d	3.700	35.000

(*) Estimativas

Fontes: (1) *New York Times*, Jan. 20, 1985
 (2) *High Technology*, April, 1985
 (3) *Mc Clellan. S.* (1984)
 (4) *Business Week*, Oct. 3, 1983
 (5) *Electronics Week*, Jan. 1, 1985

A Apple, tradicional líder do mercado, também foi duramente afetada. Apesar do lançamento do Macintosh, considerado um produto revolucionário, a empresa fechou temporariamente suas fábricas em maio de 1985, visando reduzir estoques. O Macintosh é um produto considerado superior ao PC, em termos de recursos técnicos e facilidade de operação (user-friendliness). No entanto, não teve sucesso junto às grandes corporações por não ser compatível com computadores de maior porte. A tendência da automação de escritórios é integrar micros, mainframes e periféricos em redes locais e públicas, de forma a permitir acesso descentralizado e interativo a grandes blocos de informação. Neste contexto, os equipamentos devem comunicar-se entre si, apresentando compatibilidade completa. Como a IBM domina quase 80% do mercado de mainframes, a tendência dos grandes usuários é adquirir micros compatíveis.

O próprio mercado parece congestionado com o elevado número de fabricantes e, mesmo na ausência da IBM, muitas empresas não conseguiriam sobreviver a longo prazo. Em 1983, havia cerca de 4.000 lojas de computadores nos Estados Unidos. Os clientes, mesmo a nível de empresas, tendem a preferir este canal de comercialização do que irem diretamente aos fabricantes, como ocorre nos equipamentos de maior porte. A venda de um microcomputador é uma tarefa especializada que geralmente envolve um suporte técnico inicial ao cliente.

Nestas condições, as lojas não podem comercializar uma centena de marcas diferentes, pois isso implicaria recursos humanos e técnicos extremamente diversificados. A Computerland, por exemplo, maior cadeia de comercialização dos Estados Unidos com cerca de 650 lojas, optou por vender apenas as cinco marcas mais vendidas. Em consequência, as demais empresas ficam bloqueadas em seu acesso ao mercado, a não ser, como no caso da Radio Shack, que disponham de lojas próprias para comercializar seus produtos. Apenas os modelos mais baratos e com bom nível de qualidade obtêm acesso aos principais canais de comercialização existentes.

Na medida em que o microcomputador se torna um produto mais maduro de consumo de massa, a importância do preço dos equipamentos se torna mais meritória. Visando reduzir custos de produção, a IBM tem recorrido de forma crescente à fabricação no exterior, seja em subsidiárias próprias ou via subcontratação. De acordo com a Future Computing,⁵ do custo total de fabricação do IBM-PC (cerca de US\$ 860) apenas 26% são realizados nos Estados Unidos. A impressora, o teclado, os semicondutores e a fonte de alimentação são fabricados no Japão; o monitor, na Coreia, e as unidades de disco flexível, em Singapura. Assim a IBM contorna a crescente perda de competitividade da indústria eletrônica americana frente a empresas sediadas no Oriente.

O fortalecimento de fabricantes de micros da linha PC-XT tais como Compaq e Leading Edge levaram a IBM a lançar em 1987 uma nova família de micros - PS/2 dentro de uma concepção de hardware e software, que enfatiza a comunicação dentro do ambiente IBM. A estratégia da empresa é se afastar do mercado de massa onde a rentabilidade é cada vez menor e introduzir produtos mais voltados a usuários profissionais.

No Japão, a presença das empresas locais no mercado de microcomputadores é mais significativa do que nos segmentos de maior porte. O mercado japonês de micros atingiu a US\$ 1,3 bilhões em 1984, equivalendo a um quarto do mercado americano. A NEC e a Fujitsu lideram o mercado com 30% do mercado cada, restando à IBM uma participação de menos de 25%. Outros fabricantes americanos de micros não conseguiram se firmar no mercado japonês. O segmento inferior do mercado (micros tipo Apple II) é atendido principalmente por equipamentos fabricados em Taiwan, pois as empresas americanas não dispõem de software em língua japonesa e de rede de comercialização própria (*Electronics Week*, Jan. 1, 1985). Um passo importante para a indústria japonesa de micros foi o recente lançamento do padrão MSX por um consórcio de empresas. O produto vem fazendo enorme sucesso no mercado mundial de micros de baixo custo. No Brasil, é fabricado sob licença pela Gradiente.

Na Europa, existem empresas bem-sucedidas no mercado de minis e micros, tais como a Nixdorf alemã, e a Sinclair e Applied Computer Techniques inglesas.

Outro pólo industrial de microcomputadores é constituído pelos chamados países recentemente industrializados (NICS nas iniciais em inglês), tais como Coreia, Taiwan, Hong Kong, Brasil, Índia e México. Em alguns desses países existem grupos locais bem-sucedidos no desenvolvimento e fabricação de equipamentos, surgidos principalmente em função de políticas industriais protecionistas ou voltadas para exportação.

Na Coreia, o desenvolvimento da indústria de computadores é recente, datando do início dos anos 80. As empresas locais organizadas em forma de conglomerados partiram da experiência adquirida na produção de aparelhos de TV para fabricar inicialmente modelos mais baratos de periféricos e microcomputadores. O governo estimulou a indústria local através de barreiras à importação e controle do investimento estrangeiro direto. Os principais fabricantes, no entanto, buscaram obter eficiência, a nível internacional, através do aprimoramento dos processos produtivos, automação e produção em larga escala. Com o apoio técnico e financeiro do governo, os principais conglomerados

⁵ Empresa de pesquisa de mercado de computadores sediada em Dallas. Extraído do *Business Week*, March 11, 1985.

coreanos (Samsung e Gold Star) lograram entrar na produção de circuitos de larga integração, passando assim a dominar o ciclo completo do processo produtivo.⁶

Taiwan, Hong Kong e Singapura também têm despontado no mercado internacional como fornecedores de micros, partes e peças. A diferença com relação à Coréia é que a produção é feita por empresas de porte médio e pequeno, que gozam de uma combinação de incentivos fiscais, facilidades para importação e baixos custos de produção. Em termos de software, no entanto, o sucesso dos países orientais não é tão nítido. Para um melhor entendimento das diferenças entre as estratégias adotadas pela Coréia e Taiwan na indústria de computadores ver Ashoda Mody (1985).

2.2. Tendências Estruturais do Setor de Software

A definição do software como atividade econômica independente é recente. Em 1969, a IBM decidiu comercializar em separado (*unbundle*) hardware e software, criando assim um ambiente favorável ao desenvolvimento de empresas independentes de software.

Software pode ser considerado como uma hierarquia de programas agrupados de forma simplificada em duas categorias gerais: os aplicativos e o software de sistemas. Os aplicativos estão voltados para a solução de problemas para o usuário final, enquanto que o software de sistemas cuida de fornecer um instrumental para tais soluções.

O software de sistemas pode ser subdividido em software de suporte e básico, envolvendo, por exemplo, programas utilitários, linguagens de programação e sistemas operacionais. Tais agrupamentos definem camadas cada vez mais orientadas para a máquina, ou seja, são categorias de programas que influenciam as especificações de desempenho dos sistemas de computação.

O desenvolvimento de novas técnicas de produção de software está aumentando a intensidade de capital requerida pela atividade, tradicionalmente intensiva em trabalho especializado. Dentre as novas técnicas destacam-se os métodos de gerenciamento do ciclo de vida do software e novos ferramentais de suporte ao desempenho de sistemas de computação, que serão analisados adiante. Tal processo de aumento dos requerimentos de capital sugere uma analogia com técnicas de fabricação industrial. O alcance dessa analogia está, contudo, limitado pela própria natureza do produto, que é lógica e não física, e pelos processos envolvidos em sua produção que são ainda, em essência, artesanais.

Em termos de processo produtivo, o conceito de desenvolvimento de software-produto ou pacote aplicativo pode ser encarado como uma transição do puro artesanato para uma base mais industrial, com um grande potencial de realizar economias de escala. Em software, os custos de reprodução são irrisórios em comparação com os de desenvolvimento.

O setor de software vem crescendo rapidamente nos últimos anos, conforme mostram os Quadros 6 a 9. Os softwares-produto ou pacotes vêm apresentando um crescimento muito superior à média do setor e constituem um parâmetro importante para análise do nível de seu desenvolvimento em termos industriais.

O software-produto contribui para acelerar a difusão da informática e pode implicar economias de escala significativas. De acordo com Weil,⁷ sob a ótica do usuário, o custo comparativo de um pacote *versus* o desenvolvimento próprio do sistema (*in house*) pode ser da ordem de 1:10 a 1:100.

⁶ Para maiores informações sobre a estratégia coreana na indústria de computadores, recomenda-se a leitura do estudo de caso preparado pela Harvard Business School, em 1985, sob a supervisão de Alice Amsden. David O'Connor também concluiu em março de 1986 um *draft* intitulado *Case Study of an Emerging Industry: Electronics in Korea*.

⁷ Weil, U., *Information Systems in the 80's*, Prentice Hall Inc., USA, 1982.

Em 1981, o segmento software-produto representava 19% da receita total do setor de serviços em computação nos EUA, enquanto na Europa representava 11% e no Japão 1,4% das vendas totais do setor.

No Japão, ao contrário dos outros países apresentados, estimou-se que até 1985 ainda haveria o predomínio em larga escala do software por encomenda, o que indica um atraso relativo na produção industrial de software nesse país. Em 1983, estimou-se que 87% dos aplicativos eram desenvolvidos *in house* pelos usuários, 6% era fornecido pelos fabricantes de hardware e somente os 7% restantes provinham de empresas de software independentes.⁸

Os dados apresentados nos Quadros 6 a 9 revelam apenas parcialmente o valor da produção de software. A avaliação abrangente do setor é extremamente difícil, em função de um conjunto de fatores que discutiremos a seguir.

Em princípio a própria natureza do software, que é lógica e não física, combinada com o fato de que os métodos de produção são ainda amplamente artesanais implicam restrições à análise econômica dessa atividade e a sua caracterização como indústria.

Outro aspecto peculiar deste setor é sua heterogeneidade em função não apenas da diversidade de produtos e serviços como também dos agentes envolvidos na sua produção e distribuição. Isso inclui uma gama diversificada de atividades, tais como prestação de serviços profissionais, desenvolvimento de software por encomenda, desenvolvimento de pacotes e implementação, tradução, manutenção e distribuição de sistemas.

Mercado e Indústria de Software nos EUA, Europa e Japão

QUADRO 6

MERCADO DE SERVIÇOS EM COMPUTAÇÃO NOS EUA - RECEITA
POR TIPO DE SERVIÇO (US\$ MILHÕES) - (MERCADO NÃO CATIVO)
(1981-1987)

Produto/Serviço	1981	1982	Taxa Cresc. %	1987 (previsão)	Taxa Anual (82-87) Cresc.%
Processamento de Dados	10.055	11.082	10,2	21.400	14,1
Software-Produto	4.205	5.765	37,1	29.000	38,1
Serviços Profissionais	5.121	5.980	16,8	13.700	18,0
Sistemas Integrados	2.927	3.603	23,1	12.900	29,1
TOTAL	22.308	26.380	18,3	77.000	23,9

Fonte: ADAPSO/1983.

⁸ EIU Informatics, The Markets for Microcomputer Software in Europe, EIU Ltd., Londres, 1984.

QUADRO 7

MERCADO DE SERVIÇOS DE COMPUTAÇÃO — EUROPA. —
RECEITA
POR TIPO DE SERVIÇO (US\$ MILHÕES) — (1980-1985)

Produto/Serviço	1980	1981*	1985*	Taxa Anual % Crescimento (estimado)
Processamento Batch	2.800	2.900	3.400	4,0
Processamento on-line	1.900	2.200	3.800	15,2
Consultoria Implementação Sistemas	1.800	2.100	3.800	16,3
Software-Produto	900	1.100	2.600	22,9
Sistemas Turnkey	1.100	1.300	2.600	18,9
TOTAL	2.500	9.600	16.200	13,14

(*) Estimativas

Fonte: Pesquisa de Mercado ECSA pela Quantum Science.

QUADRO 8

MERCADO DE SERVIÇOS EM COMPUTAÇÃO NO JAPÃO —
PARTICIPAÇÃO EM VENDAS POR TIPO DE SERVIÇO
(%) — (1978-1985)

Produto/Serviço	1978	1979	1980	1985 (estimado)
Processamento de Dados	37,0	37,2	35,0	32,8
Software/Serviço	47,1	45,4	47,0	39,4
Software-Produto	0,2	0,3	1,0	5,1
Desenvolvimento Sistemas	2,8	4,2	4,5	8,1
Outros	12,9	12,9	11,5	14,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Jipdec Report nº 56.

QUADRO 9

FATURAMENTO DAS EMPRESAS LÍDERES NA INDÚSTRIA
AMERICANA DE SOFTWARE (US\$ MILHÕES)

EMPRESA	Receita Total		Receita Software		Atuação Software Anos	Classifica- ção Geral 1982
	1981	1982	1981	1982		
IBM	29.070	34.364	2.034	2.405	38	1
Control Data Corp.	4.163	4.292	1.173	1.302	26	2
Digital Equipment Corp.	3.198	3.881	814	1.887	25	3
Burroughs Corp.	3.406	4.186	613	735	30	4
NCR Corp.	3.433	3.525	687	740	30	5
Automatic Data Processing Inc.	558	669	558	669	34	6
Computer Science Corp.	601	630	601	630	24	7
TRW Inc.	5.300	5.132	535	625	30	8
Electronic Data Systems Corp. (EDS)	455	510	455	482	20	9
General Electric Information Services Co.	500	600	350	476	19	10

Fonte: ICP Software Business Review, junho/julho de 1983.

Os agentes da indústria de software vão desde fabricantes de hardware, software houses, systems houses, consultorias, empresas publicadoras a distribuidores por atacado e a varejo.

Uma parte significativa da produção de software é feita pelos próprios usuários, especialmente os de grande porte, sem aparecer nas estatísticas do setor. Outro fato que esconde as dimensões reais do mercado é o uso e revenda de cópias não autorizadas de programas, conhecida como "pirataria". A reprodução de programas é de difícil controle, pois existem pacotes, como o *locksmith*, especialmente desenvolvidos para detectar e resolver os possíveis obstáculos técnicos colocados para a proteção do programa original. Assim, estima-se que para cada pacote de uso geral para microcomputadores vendido oficialmente existam pelo menos quatro cópias-piratas. Naturalmente, este fato inibe o desenvolvimento da indústria independente, pois praticamente não há garantias de propriedade do sistema após seu lançamento no mercado. As empresas procuraram amortizar o investimento no desenvolvimento do produto nos três primeiros meses de lançamento, pois sabem que, após este prazo, praticamente terão perdido controle sobre sua circulação. Por outro lado, as empresas produtoras procuram aperfeiçoar os sistemas de proteção ao software, tornando a "pirataria" uma atividade que também tem custos crescentes.

O Setor de Software nos EUA

Analogamente à posição de liderança em hardware, o setor de software nos EUA é o mais desenvolvido em termos mundiais, verificando-se a expansão acelerada da participação de suas empresas em outros mercados.

No período 81-82, as empresas fornecedoras de software para computadores, desde mainframes até minicomputadores, se caracterizavam por uma estrutura estável, com a participação predominante dos fabricantes de hardware, tradicionalmente atuantes nas áreas de software básico e de aplicativos de uso geral. Conforme podemos observar no Quadro 9, em 1982, as cinco maiores empresas em faturamento eram IBM, Control Data Corp, DEC, Burroughs e NCR.

A Indústria de Software para Microcomputadores

A partir do Quadro 10 podemos concluir que, em 1982, o emergente mercado de microcomputadores atuava como fator dinamizador da indústria de software. O segmento de fornecedores para micros contava com a presença da Microsoft, MicroPro e Digital Research entre as 15 empresas independentes líderes em receita. As empresas MicroPro, Ashton-Tate, Visicorp, Commodore e Tandy estavam entre as 10 que apresentaram maior expansão no período.

Entretanto, no segmento de software para microcomputadores já se verifica uma tendência à concentração em torno de algumas empresas líderes que vêm apresentando taxas excepcionais de crescimento. (Ver Quadro 11). Por exemplo, no período 82-85 a empresa Ashton-Tate cresceu 983% em receita e a Microsoft 496%.

A indústria de software comporta tanto empresas de grande porte quanto microempresas. Isto está relacionado ao fato de o mercado ser bastante heterogêneo em função da diversidade de funções e campos de aplicação. Em 1982, uma pesquisa realizada por Cláudio Mammana⁹ revelou que 80% das 700 empresas americanas de software tinham menos de 41 empregados, enquanto 50%, menos de 12 e 40%, menos de 10.

⁹ T. Toma. "Microempresas, alta tecnologia" em *Dados e Idéias*, ano 10, nº 88, set. 85, Gazeta Mercantil S.A., SP.

A disponibilidade de capitais de risco foi um fator fundamental para o desenvolvimento da indústria de software nos EUA.¹⁰ O acesso a esquemas usuais de financiamento é particularmente crítico em software. As dificuldades encontradas são inerentes às peculiaridades do setor e vão desde a natureza intangível do produto até o tipo de patrimônio cujo principal ativo é a disponibilidade de recursos humanos de alto nível e não equipamentos ou instalações físicas.

A indústria de software para micros, à semelhança do que ocorre em hardware, tem apresentado uma dinâmica excepcional. O significativo potencial de expansão de mercado combinado à inexistência de barreiras a entradas importantes atraiu inicialmente um grande número de pequenas empresas.

Além disso, particularmente nos EUA, a indústria independente ampliou seu horizonte de atuação, passando a produzir software básico, tradicional reduto dos fabricantes de hardware. Tal expansão foi propiciada pela adoção de arquiteturas abertas como microprocessadores padronizados e sistemas operacionais não proprietários, e é reforçada pelo fato de os fabricantes de hardware terem praticamente limitado sua atuação às atividades de publicação e distribuição.

Recentemente, as barreiras à entrada têm crescido em função direta dos custos de desenvolvimento, distribuição e *marketing*, favorecendo as aquisições e fusões de empresas.¹¹ Observa-se também o surgimento de empresas que atuam como intermediárias, subcontratando serviços, tais como desenvolvimento e tradução, e atuando como publicadores de produção de terceiros, responsabilizando-se pelo controle de qualidade, distribuição e financiamento.

QUADRO 10

OFERTA DE SOFTWARE (PRODUTOS E SERVIÇOS) EUA AS 10 MAIORES EM CRESCIMENTO DA RECEITA (1981-1982) (US\$ MILHÕES)

Empresa	Receita		Taxa	Classifica-
	1981	1982	Crescimento	ção Geral
			%	1982
Softsel	7	34	386	71
MicroPro Int. Corp.	5	24	380	94
Rattle Memorial Inst.	20	88	340	36
Ashton-Tate	4	12	200	135
Visicorp	15	35	133	70
AGS Management Systems	5	11	120	141
Information Management Int.	6	12	100	134
Commodore Business Machines	20	37	85	66
Tandy Corp.	38	70	84	40
Information Builders	11	20	82	109

Fonte: ICP Software Business, Review, junho/julho de 1983.

¹⁰ Para mais detalhes sobre este argumento, ver: Committee for Information, Computer and Communication Policy, *Software: a New Industry*, op. cit., e Cláudio Mammana T. Toma, op. cit.

¹¹ Weil, U., op. cit.

QUADRO 11

OFERTA DE SOFTWARE PARA MICROS – EUA EMPRESAS LÍDERES EM VENDAS – 1985 – (US\$ MILHÕES)

EMPRESA	RECEITA
Lotus Development	175
Microsoft	155
Ashton-Tate	130
MicroPro	40
Software Publishing	35
Digital Research	33
Multimate	28
Micro Products	27
Eroderbund	25
Borland	18

Fonte: *Computer Retail News - Revista Senhor 18/09/85.*

Outro fenômeno observado é a expansão internacional das empresas líderes americanas. A penetração das empresas americanas em outros mercados ocorre via empresas locais, que se estabelecem como representantes exclusivas, ou vias subsidiárias. Em princípio, as áreas com maior potencial de exportação são as de software de suporte e aplicativos de uso geral, pois não necessitam de adaptação de grande monta às especificidades locais. Os custos em software neste segmento ainda estão concentrados no desenvolvimento e distribuição. A exportação tem, portanto, um grande potencial de proporcionar economias de escala.

Na Europa, conforme podemos observar no Quadro 12 as subsidiárias de origem americana têm participação predominante no setor. Em 1983, a ECSA (Associação das Empresas de Serviços em Computação na Europa) apontava como um nicho importante para as empresas locais a exploração das oportunidades de integração vertical, ou seja, a especialização em toda uma gama de produtos e serviços de informação para uma determinada indústria ou mercado.¹² Assim, elas fugiriam de competição direta com empresas americanas ao se dedicarem às diferentes necessidades de seus clientes tradicionais, usuários de "famílias" de equipamentos de fabricação européia.

QUADRO 12

OFERTA DE SOFTWARE PARA MICROS – EUROPA – EMPRESAS INDEPENDENTES LÍDERES – 1984

Empresa	País de Origem	Principais Áreas de Atuação
Ashton-Tate	EUA	des. sup., publ.
Digital Research	EUA	des. bas., sup., apl.
Microfocus	GB	des. sup.
MicroPro	EUA	des. sup., apl., publ.
Microsoft	EUA	des. bas., sup., apl.
Peachtree	EUA	publ.
Vector International	Bélgica	rep.
Visicorp	EUA	des., publ., mark.

Fonte: *Extraído de "International Supplier Strategies", em The Markets for Microcomputer Software in Europe, EIU Ltd., Londres, 1984.*

¹² ECSA, Seventh Annual Survey of the Computing Services Industry in Europe 1983, European Computing Services Association, 1983.

Abreviaturas:

des.	- desenvolvimento	publ.	- publicação
bas.	- software básico	mark.	- marketing
sup.	- software de suporte	rep.	- representante
apl.	- aplicativos		

3. RESPOSTAS DAS EMPRESAS: COOPERAÇÃO

O processo de agravamento das condições competitivas descritas na seção anterior tem levado as empresas de informática a reformularem suas estratégias de sobrevivência. Existem atualmente nos Estados Unidos cerca de 500 fabricantes de hardware, 5.000 empresas de software e 430 fabricantes de equipamentos de telecomunicação. Apesar de tal número de empresas ser excessivo, parece haver espaço no mercado para a maioria delas, desde que reorganizadas para enfrentar os desafios tecnológicos e econômicos característicos do setor.

A cooperação entre empresas de informática constitui atualmente um elemento crítico na implementação de estratégias competitivas. A crescente convergência entre os mercados de telecomunicações e informática, associada às novas exigências dos usuários por linhas completas de produtos compatíveis entre si têm levado a uma crescente aproximação entre empresas dos dois setores industriais.

A grande proliferação de computadores nos últimos anos, em particular dos microcomputadores de uso pessoal, tornou a transmissão de dados de um local para outro virtualmente inseparável do seu processamento. Como a grande maioria das empresas atuam apenas em segmentos isolados do mercado, torna-se necessário a cooperação, seja de caráter temporário ou definitivo, de forma a completar a linha de produtos e atender as novas exigências do mercado. Mesmo empresas gigantes como a IBM e AT&T têm buscado adquirir participação em empresas independentes como forma de absorver tecnologia e completar sua linha de produtos.

Um outro fator que induz à associação é o crescente ritmo de inovação e conseqüente elevação do custo de desenvolvimento de novos produtos. Empresas de grande porte geralmente adotam estratégias de caráter "defensivo", deixando, assim, para empresas menores e inovadoras, a tarefa de iniciar o desenvolvimento dos novos serviços e produtos requeridos pelo mercado. Preferem comprar projetos já desenvolvidos por pequenas empresas que, por sua vez, ganham acesso aos canais de comercialização das grandes empresas.

QUADRO 13

CONTRATOS INTERNACIONAIS DE COOPERAÇÃO NA INDÚSTRIA DE COMPUTADORES

Empresa	Periféricos/ Componentes	Computadores de pequeno porte	Computadores de médio porte	Computadores de grande porte	Software	Comunicações
ATAT	Telectron(1)	Fab. própria Convergent Technologies (4), Olivetti (2,8)	Fabricação própria	Sem planos	Fab.própria Zilog (5), Intel (5) Motorola (5), Digital Research (7), outros	Fab. Própria Philips (3,8). Gold Star (3)
BULL	Trilogy Systems (2,5), Magnetic Peripherals (2)	Fab. própria Fortune Systems (2,6,8)	Fab. própria Convergent Technologies (4), Ridge Computers (5,8)	Fab. própria NEC (5,8), Honeywell (6)	Fab. própria	Fab. própria
BURROUGHS	Memorex (1), Peripheral Components (2), Qume (4), Canon (4), Intel (9)	Convergent Technologies (4)	Fab. própria Graphics Technology (1)	Fab. própria	Fab. própria Midwest Systems Technology (1), outros	Fab. própria Systems Research (1)
CONTROL DATA	Centronics (2). Magnetic Peripherals (2) Trilogy Systems (2,5)	Fab. própria Columbia Data Products (4)	Fab. própria	Fab. própria Microelectronics & Computer Technology (5)	Fab. própria Chrysler Corp (5), Northrop Electronic (7)	The Source (2), United Tele- communications (2)
DEC	Fab. própria Trilogy Systems (2,5)	Fab. própria	Fab. própria	Fab. própria Microelectronics & Computer Technology (5)	Acordos de três partes	Northern Telecom (5), Xerox (5). Voice Mail Int'l(8) Action Communication Systems (1), L.M. Ericsson (3,5,8) Keicom (3)
HONEYWELL	Magnetic Peripherals (2), Synertek(1)	Fab. própria Colombia Data Products (4)	Fab. própria Bull (2,6)	Fab. própria Microeletronics & Computer Technology (5), NEC (5,6,8,9)	Acordos de três partes	Fab. própria AT&T (6,8) Mitel (8)
ICL	Fab. própria Fujitsu (4)	Fab. própria Lógica (4) PERQ Systems (5,9). RAIR (8,9)	Fab. própria	Fab. própria. Fujitsu (5,8)	Fab. própria. Acordos das três partes	Fab. própria AT&T (6,8) Mitel (8)
IBM	Fab. própria Intel (2)	Fab. própria	Fab. própria	Fab. própria	Microsoft(4) Comshare (8), outros (4,7,8)	RoIm (2). Marrill Lynch (3), SBS (2), Sears e CBS (3)
NCR	Fab. própria Magnetic Peripherals (2)	Fab. própria Convergent Technologies (4)	Fab. própria	Fab. própria, Microelectronics , & Computer Technotogy (5)	Fab. própria, acordo das três partes	Comten (1), Ztel (2); Intel (8)
NIXDORF	Fab. própria LSI Logic (4)	Fab. própria	Spartacus Computers (6)	Fab. própria. Auragen Systems (5)	Fab. própria, Spartacus Computers (6)	Fab. própria
OLIVETTI	Fab. própria Hermes Precisa Int'l (1), Lee Data (2,8) Ithaca (2,8)	Fab. própria Corona (2,8), Kyocera (4)	Fab. própria Stratus Computar (2,8), AT&T (8)	IPL (2,8) Hitachi (8)	Fab. própria Digital Research (2,8) Shared Financial Systems (2,8) (8)	Fab. própria AT&T (8,), Northern Telecom (8,9, Bolt Beranek Newman (8)
SIEMENS	Fab. própria IBM (4). Furukawa (3), Infl (4). Xerox (6,8)	Fab. própria	Fab. própria	Fujitsu (8)	Fab. própria	Fab. própria Coming G tais (3)
SPERRY	Magnetic Peripheral (2), Tritogy Systems (2,5)	Mitsubishi (7)	Fab. própria	Fab. própria Microelectronics & Computer Mitsubishi (7)	Fab. própria acordo de três partes	Fab. própria Northern Telecom (7)

(1) Aquisição; (2) posição acionária; (3) joint venture; (4) acordo OEM; (5) desenvolvimento tecnológico; (6) transferência ou licenciamento de tecnologia; (7) desenvolvimento conjunto de produtos; (8) acordos de *marketing*; (9) acordo de fabricação.

Fonte :*Business Week*, July 16, 1984.

As principais formas de associação são aquisições totais ou parciais de outras empresas; joint ventures entre duas ou mais instituições para formação de novos empreendimentos, acordos de OEM (o fabricante fornece equipamentos a terceiros para serem comercializados com sua própria marca); desenvolvimentos tecnológicos conjuntos; licenciamento simples ou cruzado (troca de licenças); acordos de *marketing* e fabricação. A forma preferida depende dos recursos competitivos que dispõe cada fabricante. O Quadro 13 mostra os acordos praticados pelas principais empresas internacionais de computadores com vistas a completar sua linha de produtos.

Segundo diferentes especialistas consultados pela *Business Week* (July 16, 1984), a tendência da indústria é de se agregar em três segmentos distintos:

O primeiro é formado por um pequeno número de corporações gigantes integradas verticalmente, no qual estaria a IBM, AT&T e uma ou duas empresas japonesas. As corporações ofereceriam uma ampla gama de produtos padronizados fabricados em larga escala e a baixo custo. A associação com outras empresas se daria principalmente através da aquisição total ou parcial acionária. Exemplos são a compra pela IBM de 22,7% do capital da Rolm Corp (telecomunicações), 20% da Intel Corp (semicondutores) e 30% da Satelitte Business Systems (satélites espaciais). A IBM negocia atualmente o estabelecimento de uma joint venture com o grupo coreano Hyundai para fabricação de computadores na Ásia. A AT&T, por sua vez, adquiriu 25% da Olivetti italiana com o objetivo de completar sua linha de equipamentos para escritório e ganhar um canal de comercialização para seus equipamentos na Europa. A Fujitsu, líder do mercado japonês, adquiriu uma substancial participação na Amdhal americana a fim de absorver tecnologia na área de computadores de grande porte.

O segundo segmento é composto pelas empresas que se dedicam a integrar sistemas, através da montagem de produtos de vários fabricantes, com vistas a atender necessidades específicas de usuários finais. O desenvolvimento destas empresas está associado à crescente demanda por aplicações específicas, não padronizadas da informática. Este é o caminho provável a ser seguido pelos fabricantes de mainframes que vêm perdendo mercado para a IBM, tais como Burroughs, NCR, Control Data e Honeywell.

Por fim, existe um segmento da indústria formado por um grande número de fabricantes especializados que supririam os integradores de sistemas com equipamentos projetados para mercados específicos. O processo de cooperação destas empresas entre si e com os integradores de sistemas se daria de várias formas, desde o desenvolvimento conjunto de produtos até acordos de *marketing*.

A cooperação entre fabricantes assume muitas vezes o caráter de longo prazo, e não apenas de interesses comerciais imediatos. Na Europa e no Japão, os governos encorajam a cooperação de forma a superar as diferenças de estrutura e tamanho que separam suas empresas nacionais dos líderes americanos no mercado mundial. A Bull (França), ICL (G.B.) e Siemens (RFA) montaram recentemente um laboratório de pesquisas conjunto para desenvolver sistemas baseados em inteligência artificial e outros desenvolvimentos de software. A nível da Comunidade Econômica Européia, o esforço mais importante é o projeto "ESPRIT", que conta com US\$ 3 bilhões para desenvolver um programa cooperativo de pesquisas por um prazo de cinco anos. Atualmente, 12 fabricantes europeus de computadores negociam a adoção de um padrão único de protocolo de comunicação de dados, de forma a permitir que equipamentos de diferentes fabricantes sejam compatíveis entre si. No Japão, a política do MITI tem tradicionalmente induzido a cooperação tecnológica entre os diversos fabricantes locais.

Independentemente do estímulo governamental, surgem novos acordos de cooperação entre empresas de diferentes países, com vistas a enfrentarem o crescente desafio competitivo da indústria da informática a nível mundial.

Em termos de software, verifica-se uma tendência de integração de pacotes de forma a reunir em um mesmo produto uma interconexão complexa de software básico, de suporte, aplicativos e bancos de dados. Isso força as empresas a atuarem em uma gama extremamente diversificada de áreas, nas quais é exigida grande capacitação técnica.

Particularmente nos EUA, a resposta das empresas de software a esta tendência foi o estabelecimento de acordos de cooperação e de especializações complementares. Este é o caso dos acordos entre empresas como Cullinet e Information Science; Martin Marietta e Mathematica e ADR e Visicorp.

Com relação ao Japão, destaca-se a cooperação entre empresas para o estabelecimento do padrão MSX para micros pessoais. O objetivo do projeto é, por um lado, atingir economias de escala e, por outro, obter mais ampla portabilidade em software, compensando, assim, a atual fragilidade do Japão neste setor.

CAPÍTULO 2

Tendências Tecnológicas na Informática

1. TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM HARDWARE

A indústria mundial de equipamentos de processamento de dados deverá manter nos próximos anos o intenso ritmo de inovações que a tem caracterizado ao longo de sua história. Tal processo é ocasionado por dois fatores principais. Primeiro, pelo contínuo avanço tecnológico na área de componentes, materiais, serviços e nas indústrias afins, tais como telecomunicações e ótica. Tal efeito é conhecido na literatura sobre progresso técnico como *technology push*.¹ O segundo, conhecido como *demand-pull*, é derivado da intensificação da concorrência entre fabricantes, induzindo a diferenciação de produtos. Atualmente, este efeito é reforçado pelo maior conhecimento dos usuários sobre suas necessidades computacionais, implicando demanda específica de novos produtos e funções junto aos fabricantes.

Nos próximos cinco anos, estão previstas não só a introdução de novos produtos como também a modificação de alguns dos conceitos fundamentais que regem o uso de computadores. A crescente convergência entre informática e comunicações fará com que os computadores se tornem progressivamente máquinas universais de transmissão e processamento de informação e não apenas de processamento de dados.² Isso implica o desenvolvimento de sistemas capazes de exercer funções integradas através de redes locais ou remotas. A seguir, descrevemos sucintamente as tendências correntes do hardware privilegiando aquelas que tenham impacto potencial sobre a indústria de computadores no Brasil.

Automação de Escritórios

Os escritórios constituem uma das principais unidades de produção da economia moderna, visto que empregam mais trabalhadores do que a indústria e agricultura. No entanto, o trabalho no escritório ainda não foi objeto de um processo de "taylorização" ou automação ao nível em que ocorreu nas fábricas e no campo. Em consequência, os escritórios têm produtividade baixa, e são considerados o principal mercado potencial para a informática.

Embora exista uma ampla gama de software e equipamentos voltados à automação de escritórios, os caminhos a serem adotados ainda não estão totalmente definidos. Existe uma necessidade de racionalizar o uso dos equipamentos, de forma a reduzir as necessidades de investimento. No entanto, há muita confusão em relação a como conseguir o uso racional dos recursos, revelando a imaturidade do segmento produtor de equipamentos para automação de escritórios. Todos os agentes envolvidos no processo - fornecedores, usuários e consultores - concordam em que o microcomputador, ou um terminal ligado a um computador de maior porte, é o ponto central da automação, a partir do qual esta vai desenvolver-se. No entanto, há divergência quanto à forma deste desenvolvimento.

É possível distinguir nos fornecedores quatro tipos de estratégias visando a ocupação do mercado, estratégias estas diretamente relacionadas com a área original de atuação das empresas:³

¹ Para uma melhor definição destes conceitos ver Ayres, (1984). Cap. 3.

² UNIDO, *Survey of Government politics in Informatics*. April 1983.

³ Ver *Business Week*, Cover Story, 08/08/83.

- os fabricantes de microcomputadores ou computadores pessoais⁴ incrementam seus produtos com novos dispositivos, de forma a permitir a comunicação com mainframes oferecidos por outros fabricantes;

- as firmas que produzem computadores de maior porte e/ou já com certa atuação no mercado para escritórios⁵ propõem sistemas que oferecem uma configuração completa, inclusive microcomputadores, mainframes e equipamentos de telecomunicações, integrados em forma de rede. Cabe notar que somente um pequeno número de grandes empresas pode oferecer toda a gama de produtos, embora venha crescendo o número de firmas que colaboram entre si no sentido de oferecer soluções "completas";

- os fabricantes de terminais e/ou de processadores de texto⁶ dotam seus produtos de "inteligência" ao introduzir novas funções de processamento de dados e maiores facilidades de comunicação.

- finalmente, as companhias de telecomunicações⁷ desenvolveram PBXs computadorizados e combinações que permitem a transmissão de ambos, dados e voz entre telefone e computador.

Cada uma dessas quatro estratégias dá ênfase às funções de comunicação. Atualmente, existem duas formas para interconexão de equipamentos. São essas os autocomutadores e as redes locais.

Os PABXs⁸ permitem a interconexão de terminais dois a dois. Eles são mais bem adaptados para serviços que não necessitam de elevados fluxos. A estrutura de suas linhas de extensão é tradicionalmente em forma de estrela e a gestão dos serviços é centralizada.

As redes locais (LANs)⁹ são redes de transmissão de dados funcionando à margem da área de atuação do monopólio estatal de telecomunicações. Elas são destinadas a interconectar recursos heterogêneos tanto de hardware como de software.

A evolução tecnológica permitiu o desenvolvimento de LANs que possibilitam a integração de todos os serviços (voz, imagem e dados). Os LANs operam em alta velocidade (até um milhão de bits por segundo), cobrindo uma área geográfica relativamente pequena (até 12km) e permitindo a conexão de 100 ou mais equipamentos. O LAN apresenta-se como um recurso fundamental para reduzir as despesas em equipamentos de comutação, na medida em que permite o multiuso de recursos como banco de dados, softwares, impressoras e sistemas de armazenamento em disco rígido.

Os LANs podem ser conectados entre si graças a canais de acesso (submetidos ao monopólio estatal de telecomunicações), como Transpac ou Renpac, mantidos pela Embratel, ou através de redes de satélites de telecomunicações, contanto que haja compatibilidade não apenas dos próprios LANs, como também entre os modos de transmissão e de consulta aos dados.

Em relação ao problema da compatibilidade dos LANs e dos equipamentos, cabe ressaltar que a implantação de uma rede local em uma organização está

⁴ Por exemplo, a Apple.

⁵ Burroughs, DEC, IBM, Wang, Data General, Sperry.

⁶ Televideo e Lear Siegle para os terminais; NBI, Lanier e CPT para os processadores de texto.

⁷ AT&T. Rolm.Mitel.

⁸ PABX: Private Automatic Branch Exchange, ou seja. Central Privada de Comutação Telefônica, ligada à estação telefônica pública através de linhas-tronco.

⁹ LAN: Local Area Network.

extremamente dificultada pela ausência atual de definição de uma norma¹⁰ que seja reconhecida, tanto pelos fornecedores quanto pelos usuários (privados ou públicos), como sendo o padrão internacional para a indústria. De um lado, grandes fabricantes pretendem impor sua própria norma. De outro, existem instituições de âmbito internacional com outro tipo de proposta. Por exemplo, a norma OSI (Open Systems Interconnection), proposta pela ISO (International Standard Organization) conjuntamente com o CCITT (Consultative Committee for International Telegraph and Telephone), foi recentemente (1984) reconhecida pelos 10 países da Comunidade Européia como sendo a única norma aceita na região. É interessante ressaltar que esta decisão corresponde a um consenso dos governos europeus visando proteger sua indústria nacional contra competição estrangeira e, notadamente, da IBM, que durante vários anos ficou em processo na Justiça contra a Comunidade, ao tentar impor sua própria arquitetura de rede.

No entanto, ainda não está claro qual das empresas privadas ou das instâncias supragovernamentais internacionais vai "ganhar" esta batalha.

Processamento em Paralelo

Outra tendência dos equipamentos de processamento de dados é de incorporar dois ou mais microprocessadores que podem funcionar em paralelo. Assim, diferentes usuários podem partilhar simultaneamente os recursos de um mesmo computador.

A concepção do processamento paralelo ou multiprocessadores não é nova. No entanto, ela só foi viabilizada economicamente a partir do desenvolvimento e barateamento dos circuitos integrados de larga integração (VLSI). Como o microprocessador se tornou hoje um componente barato na composição de custos de um computador (um chip Z-80 com 64K de memória custa apenas 97 centavos de dólar), a tendência da nova geração de microcomputadores é incorporar diversos processadores que funcionam de forma transparente entre si, ou seja, de forma integrada. Assim, o equipamento pode realizar diversas operações lógicas e aritméticas simultâneas, não só aumentando a performance do sistema, como também permitindo sua utilização por diferentes usuários ao mesmo tempo.

Segundo Newton Faller,¹¹ os equipamentos de processamento múltiplo representam um desafio para os chamados supermínis. A empresa Areté System, por exemplo, lançou no início de 1985 o "megamicro" - baseado em dois processadores 68000 da Motorola - que apresenta performance 30% superior ao mais novo supermíni da Digital - VAX 11/780 -, com preço significativamente inferior. Tal fato terá impacto sobre a indústria brasileira de computadores, na medida em que se inicia atualmente a fabricação de supermínis através da compra de tecnologia já tornada obsoleta pelos novos micros com multiprocessadores.

Comunicação Homem-Máquina

Intensificam-se, nos Estados Unidos e Japão, pesquisas que visam criar novos meios que facilitem a entrada de dados e a comunicação entre o homem e o computador. Os dispositivos visam em geral substituir o teclado como meio de entrada de dados, na medida em que este é considerado uma barreira aos usuários não especializados em computação que encontram dificuldades de entender e acionar comandos codificados. Assim, procura-se dotar os computadores de capacidade para entender os meios humanos de comunicação, tais como voz e tato. Os principais dispositivos já lançados em fase de desenvolvimento são:

- Reconhecimento de voz (Texas e DEC).
- "Mouse" (cursor manual que dá acesso a qualquer ponto da tela - Apple Comp.).

¹⁰ Por norma, entende-se o conjunto das regras (protocolos) estabelecidas entre duas partes desejando comunicar-se, e das interfaces permitindo a ligação e especificando o formato e as funções dos sinais.

¹¹ Entrevista ao *Jornal do Brasil* em 19/08/1985.

- Telas sensíveis ao tato (Hewlett-Packard).
- Reconhecimento de texto e imagem.
- Light Pen (canetas que escrevem diretamente na tela).
- Dispositivos para vídeo-conferências.

O desenvolvimento de novas formas de comunicação homem-máquina são importantes na medida em que um dos gargalos da informática são os dispositivos de entrada e saída de dados. A chamada quinta geração de computadores exigirá contínuos aperfeiçoamentos nas técnicas de comunicação, de forma a se adequar aos requerimentos de inteligência artificial.

Aumento da Densidade dos Circuitos Integrados

A tecnologia microeletrônica tem evoluído no sentido de aumentar a integração dos dispositivos semicondutores. Isso permite que pequenos computadores adquiram grande poder computacional, rompendo as fronteiras que separam micros, minis e mainframes. Este fato pode ser comprovado pelo lançamento, no início de 1985, de versões simplificadas de superminicomputadores, incorporados em um só processador principal de 32 bits. Até então, as CPUs de um só chip eram utilizadas apenas em microcomputadores de capacidade limitada.

A Digital Equipment Corporation (DEC), líder mundial no mercado de minis/superminis, inaugurou essa tendência ao lançar o micro VAX II, que vem a ser um supermíni VAX em um só chip. Apesar de apresentar limitações com relação ao número de terminais (aceita no máximo 15) requeridos na operação por grandes usuários, o novo micro tem a mesma capacidade de memória e velocidade de processamento do supermíni e custa significativamente menos. O chip utilizado pelo micro VAX II é proprietário, isto é, projetado e produzido exclusivamente para a DEC. A implicação deste fato é que o micro não pode ser copiado por outras empresas já que seu componente principal não está disponível no mercado. No entanto, o fabricante independente de circuitos integrados Fairchild já iniciou a produção comercial de uma "versão genérica" do chip utilizado pelo micro VAX II, que pode ser adquirido por concorrentes.

A Data General, outra importante empresa em mercado de superminis lançou, em novembro de 1985, a nova família MV 20000 que utiliza a tecnologia de embutir a CPU do supermíni de 32 bits (Eclipse) em uma só placa. A nova linha de produtos suporta expansões de memória de 8 MB a 16 MB (*rackmount*), o que a coloca ao mesmo nível dos computadores mainframes. O modelo 1 com processador único pode ser duplicado com dois processadores atuando em paralelo, nos moldes descritos na seção anterior. O equipamento utiliza um sistema baseado na tecnologia bipolar *gate-array*, que permite a "customização" do sistema.

A tendência tecnológica de aumentar a densidade dos circuitos vai provocar uma intensa competição entre segmentos do mercado antes considerados distintos. Tal fato cria oportunidades para empresas inovadoras que incorporam os novos componentes semicondutores disponíveis no mercado. Ao mesmo tempo permitirá que grandes empresas, com uma gama limitada de equipamentos e muito software, atendam as necessidades da maioria dos usuários de informática.

2. TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS EM SOFTWARE

O desenvolvimento tecnológico em software constitui um dos maiores desafios para a indústria da informática. Atualmente, já existe uma consciência plena de que o excepcional progresso técnico verificado em hardware não foi acompanhado por um desenvolvimento correspondente em software, delineando-se assim um *gap* tecnológico.

São apresentadas a seguir as principais tendências tecnológicas recentes em software destacando, sempre que possível, os pontos de interação de hardware e software, especialmente aqueles que contribuam para reduzir o citado *gap* tecnológico, assim como os pontos de convergência entre essas tendências. As tendências são agrupadas nas seguintes categorias: sistemas distribuídos de

computação; concentração de inteligência nos sistemas; engenharia de software e quinta geração.¹²

Sistemas Distribuídos de Computação

Os sistemas com arquitetura distribuída ou sistemas em rede, tal como LAN (Local Area Network), refletem a convergência entre informática e comunicações. As redes requerem para sua implantação uma grande concentração de software com características de compatibilidade e portabilidade.

Esses requisitos entram em conflito com o estoque existente de software que se caracteriza pela heterogeneidade ou falta de padronização. Tradicionalmente, os fabricantes de hardware adotam uma estratégia de compatibilidade vertical entre os equipamentos de diferentes portes e gerações. Essa estratégia consistia na manutenção de estrutura estável de software básico ao longo de gerações sucessivas de hardware, visando manter vínculos de dependência com usuários.

A nova filosofia de arquitetura requer uma revisão dessa estratégia e a adoção de enfoques mais integradores. São esforços nesse sentido: o software de quarta geração e os infocentros.

O software de quarta geração tem por objetivo otimizar os recursos computacionais. Isso é obtido maximizando a inter-relação entre o hardware e as diversas categorias de software que compartilham bases de dados com arquivos integrados, isto é: básico, suporte e aplicativo.

Os infocentros têm como filosofia centralizar recursos de software em um sistema de grande porte, incluindo bancos de dados e bibliotecas de programas, operando conectados a redes de micros. Estão trabalhando nesse sentido, por exemplo, a IBM, Cullinet, Mc Cormack & Dodge.

Concentração de Inteligência nos Sistemas

A concentração de inteligência ocorre através de uma gama diversificada de esforços tecnológicos, que vai desde a inserção de software no próprio hardware, através de microcódigo, passando por sistemas "amigáveis" (*user friendly*), até os sistemas especialistas.

Particularmente na área de software básico (sistemas operacionais e processadores de linguagem), se observa a tendência de deslocamento de funções básicas para microcódigo (*firmware*), ou seja, gravadas diretamente no dispositivo semicondutor. Esta é atualmente a forma mais aperfeiçoada de proteção à tecnologia, pois torna mais difícil a reprodução não autorizada do sistema. Outra tendência do software básico é o desdobramento (*unbundle*) do sistema operacional por funções em sistemas desenvolvidos em módulos e comercializados separadamente, inclusive sob a forma de licença de uso.

Os sistemas "amigáveis" visam permitir que usuários não especializados em computação possam operar e programar de acordo com suas necessidades. São exemplos dessa tendência os aplicativos para micros com menus que visam facilitar sua operação por não especialistas e os sistemas de apoio à decisão para formulação de cenários.

Os sistemas especialistas ou sistemas de bases de conhecimento são projetados para simular os processos intelectuais de especialistas em áreas discretas de conhecimento. Utilizam técnicas de Inteligência Artificial (IA),

¹² Para mais detalhes consultar:

- Committee for Information, Computer and Communications Policy, *Software: A New Industry*, OECD, Paris, Fev. 1984.
- A.D. Little Inc, *Future Information Processing Technology* - 1983. U.S. Department of commerce, U.E.A., Agosto, 1983.

combinando estratégias gerais de resolução de problemas com uma base de conhecimentos específicos.

Nos anos 60, o enfoque das pesquisas em IA passou de uma abordagem geral para uma abordagem aplicada. Tal mudança representa um salto qualitativo, sendo considerado o princípio da quinta geração de computadores.

As características comuns desses sistemas são: base de conhecimentos com fatos do domínio público e julgamentos práticos (derivados da experiência e não da teoria), métodos de resolução de problemas (ou procedimentos de inferência), métodos de representação e métodos de organização de conhecimento.

Os temas críticos de pesquisa nesta área são:

- i) representação do conhecimento ou organização das estruturas de dados.
- ii) utilização do conhecimento ou projetos de mecanismos de interferência.
- ii) aquisição do conhecimento também chamado de mecanismos de aprendizado ou transferência do conhecimento de especialistas para estruturas simbólicas de dados.

Já existe uma grande diversidade de aplicações de sistemas especialistas no mercado, incluindo: sistemas de diagnóstico em medicina interna (por exemplo, INTERNIST/CADUCEUS), desenvolvido pela Universidade de Pittsburgh; análise de minério (por exemplo, de Schlumberger Ltd.); diagnóstico e reparo de sistemas de computação (IBM).

Sob a ótica do Brasil, a análise dessas tendências deve considerar a natureza dos vínculos mantidos com as fontes geradoras de tecnologia, na medida que podem comprometer, de maneira significativa, as oportunidades para desenvolvimento de software a longo prazo.

Por exemplo, *firmware* e "sistemas amigáveis" podem ser utilizados para garantir os direitos de propriedade da tecnologia e criar condições de exclusividade quase monopolísticas.¹³ O desenvolvimento de formas alternativas de proteção da tecnologia é especialmente pertinente em software, pois até hoje existem divergências entre países sobre a utilização dos sistemas usuais de proteção legal de tecnologia, tais como patente e direito autoral.¹⁴

Engenharia de Software

A engenharia de software visa aplicar conceitos científicos ao desenvolvimento, manutenção e operação de programas e a sua documentação associada.

Até o início dos anos 80, a tendência predominante da engenharia de software era aplicar métodos de racionalização do processo produtivo e ferramentas de auxílio à programação ao longo do ciclo de vida convencional de um produto de software.¹⁵ Em outras palavras, tratava-se de melhorar os métodos de produção de software sem modificações radicais em sua estrutura.

Fazendo analogia com tecnologias industriais, a engenharia de software buscava uma filosofia de gerência de processo produtivo do tipo taylorista com uma tendência à automação rígida, através da intensificação de capital

¹³ Ver Cooper, C. e Hoffman, K., *Transactions in Technology and Implications for Developing Countries*, SPRU/IDS, Sussex University, Reino Unido, 1981.

¹⁴ Para uma discussão sobre formas alternativas de proteção de tecnologia ver Elsom, S.M., *Legal and Technological Protection of Computer Software* D. Phil Thesis, University of Aston, Reino Unido, 1983.

¹⁵ Para uma visão abrangente deste ramo ver: Wegner, P., *Research Directions in Software Technology*, the Mit Press, 1980.

(ferramentas de apoio ao desenvolvimento). Essa filosofia só se viabilizaria em projetos complexos ou com níveis de produção de larga escala.

Segundo Lucena,¹⁶ esta concepção só tende a perpetuar a "crise do software", pois não propicia incrementos de produtividade em uma ordem suficiente para compensar o hiato tecnológico entre hardware e software, nem utiliza de forma plena os recentes avanços da microeletrônica.

As tendências das pesquisas em engenharia de software podem ser classificadas como metodologia de programação e "ambientes" de desenvolvimento.

As metodologias de programação se dividem em programação estruturada e em métodos de programação quase natural.

A programação estruturada, como conceito, já existe desde o final dos anos 50 e visa possibilitar a divisão do trabalho de programação em equipes, dividindo os programas em módulos funcionalmente independentes. A contrapartida em linguagens construídas em torno deste conceito são ALGOL, PASCAL, e mais recentemente MODULA 2 e ADA.

Os métodos de programação quase natural, como o próprio nome indica, visam facilitar a comunicação homem-máquina no processo de desenvolvimento de software. Utilizam técnicas avançadas de descrição lógica de sistemas (estabelecendo relações entre um conjunto de variáveis); programação funcional (aplicadas principalmente ao desenvolvimento de sistemas especialistas) e programação orientada para objetos definidos, como, por exemplo, controle de temperatura e pressão em processos industriais.

O desenvolvimento de linguagens quase naturais tem importantes implicações para os países de língua não inglesa. Os algoritmos são específicos à língua em que são desenvolvidos, e sua tradução não é uma iniciativa trivial. Sendo assim, ocorre uma barreira a sua adaptação e utilização em países de outro idioma.

Os "ambientes" de desenvolvimento, por sua vez, são também chamados de "fábricas de software", e visam fornecer um conjunto de ferramentas de auxílio à programação e à reutilização de módulos já desenvolvidos.

A implementação de tais ambientes pode significar um salto considerável em termos de produtividade e qualidade da programação. Para ilustrarmos a ordem de grandeza desse salto, basta citar um estudo recente realizado nos EUA,¹⁷ que sugere que em média somente 15 a 20% de um programa é um trabalho original, o resto é composto de variações em rotinas comuns já disponíveis.

Repetindo a analogia com tecnologias industriais, o enfoque da fábrica de software pode ser comparável à automação flexível na manufatura. Isso permitiria, em última instância, a viabilização econômica da produção de software por encomenda, acessível a usuários finais e a custos competitivos com pacotes de software.

As duas características mais importantes dessa tendência são a utilização intensa de interfaces sofisticadas homem-máquina e de meios de comunicação. Podemos classificá-las pela área de atuação como sistemas de uso geral e sistemas especializados por campo de aplicação.

Os sistemas de uso geral fornecem um ferramental de auxílio às atividades de desenvolvimento de software tais como documentação, teste e gerência de biblioteca.

¹⁶ Lucena, C.J., Possibilidades de Desenvolvimento no Brasil de Tecnologias de Quinta Geração: Um plano de Atuação para o SERPRO, mimeo, out. 1984.

¹⁷ Committee for Information, Computer and Communications Policy, Software: A New Industry. op. cit.

Os sistemas especializados por campo de aplicação, por sua vez, possibilitam a geração automática de programas, minimizando o nível de especificações requeridas. Esta área ainda se encontra em estado embrionário. Entretanto, algumas iniciativas neste ramo, tais como sistemas especialistas e bibliotecas de módulos de software, já que se encontram relativamente desenvolvidas.

Os sistemas especialistas permitem a geração de programas através de um processo interativo de perguntas e respostas, visando atender usuários de microcomputadores não especializados em computação.

As bibliotecas de módulos de software objetivam fornecer uma base de rotinas passíveis de serem utilizadas como módulos para o desenvolvimento de programas. Um exemplo é o sistema AFS (Advanced Financial Design System) da Mc Cormack & Dodge e uma biblioteca de módulos científicos da IMSL.

É importante lembrar que muitas das tendências apresentadas aqui separadamente funcionam de forma integrada e complementar. Em particular, as agrupadas em engenharia de software se coadunam e contribuem para o projeto de quinta geração.

O Projeto de Quinta Geração

A quinta geração resume um conjunto de esforços integrados de longo prazo que visa inovações radicais em informática e, em particular, um salto tecnológico em software. O Japão foi o precursor deste movimento, seguido pelos Estados Unidos e Comunidade Européia.

Seu objetivo geral é produzir computadores inteligentes, isto é, sistemas não somente capazes de processar dados, mas também conhecimentos. Isso é feito através da implementação de mecanismos para a realização de inferências, associações e aprendizado.

Os sistemas de quinta geração conjugam processamento em paralelo, interfaces sofisticadas homem-máquina (tal como reconhecimento de voz e imagem), sistemas de comunicação, assim como novas metodologias de programação (apresentadas anteriormente), envolvendo linguagens quase naturais e sistemas operacionais capazes de manipular símbolos, bases de dados relacionados e métodos de inteligência artificial.

CAPÍTULO 3

Políticas de Informática em Países Industrializados

A competição no mercado internacional de tecnologia de ponta não depende apenas do mercado e das estratégias competitivas, mas também das políticas adotadas pelos respectivos governos nacionais. Na verdade, nenhum país conseguiu até hoje desenvolver áreas importantes de sua indústria de ponta sem suporte governamental, seja direto ou indireto.

Na última década, mais precisamente a partir de 1975, surgiu uma variedade de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento da tecnologia da informação tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. A formulação de políticas governamentais assim como a definição de estratégias variaram de país a país. No entanto, do ponto de vista global, o papel desempenhado pelos governos teve resultados similares, tais como aceleração do processo de inovação, devido ao incremento na competição (aumento da demanda e avanço tecnológico) e impulso no processo de difusão de novas tecnologias.

Os diferentes tipos de apoio governamental geralmente fazem parte de uma estratégia de política. Portanto, torna-se necessário fazer uma distinção entre o que vem a ser estratégia e suporte governamental.

A estratégia governamental visa ampliar a sinergia existente entre os diferentes setores nas diversas áreas da tecnologia, buscando um resultado melhor para o conjunto da economia. Em geral, a estratégia de governo inclui apoio às atividades de P&D e a adoção de uma política preferencial de compras do setor público, que passa a constituir um mercado cativo para os produtos desenvolvidos localmente.

O suporte governamental, por sua vez, consiste em ações isoladas para fortalecer atividades específicas. Pode se apresentar sob forma de compras governamentais para produtos industriais específicos, contratos públicos tanto para o desenvolvimento como para a produção de determinados equipamentos, ou ainda fornecendo suporte financeiro à indústria através de programas governamentais específicos. Nesses casos, o suporte do governo não faz parte de uma estratégia governamental, pois o repasse de fundos públicos é feito sem nenhum tipo especial de coordenação ou mecanismo para a sinergia industrial.

Na maioria dos países desenvolvidos, a indústria de informática tem sido o principal foco de combinação entre estratégia e suporte governamental. Em alguns casos, os gastos públicos em defesa e programas aeroespaciais têm estimulado as áreas de alta tecnologia.

No entanto, os resultados destes programas para a indústria civil são pequenos em relação aos gastos envolvidos. Embora muitos desenvolvimentos da eletrônica tenham sido iniciados por programas militares, existe uma importante diferença de concepção em relação à pesquisa industrial civil. A primeira, ao buscar a infabilidade e alta performance requerida por sistemas e equipamentos tais como mísseis balísticos e armas nucleares relega os custos de desenvolvimento a uma posição secundária. Este fato distorce a mentalidade de engenheiros e projetistas na medida em que os afasta da realidade da competição internacional pelos mercados de alta tecnologia. Isso explica, em parte, por que os Estados Unidos, que aplicam cerca de 70% de seus gastos em P&D nas áreas militar e aeroespacial, vêm perdendo rapidamente sua liderança industrial para o Japão, onde estes gastos não passam de 7% do total. Enquanto os Estados Unidos despendem bilhões de dólares em programas de pouco retorno econômico, como o

projeto "Strategic Defense Initiative", mais conhecido como "Guerra nas Estrelas", o Japão investe em uma nova geração de computadores, capaz de colocá-lo na vanguarda do mercado e da tecnologia mundial das próximas décadas. A seguir, analisaremos sucintamente as principais estratégias e programas de pesquisa em curso nos principais países industrializados.

1. ESTADOS UNIDOS

A indústria de computadores praticamente nasceu nos Estados Unidos nos anos 50, através de empresas inovadoras, de grande capacidade técnica, financeira e de *marketing*, que mantêm até hoje a liderança mundial no setor. Não houve necessidade de uma ação direta do governo americano no fomento às atividades privadas.

Entretanto, a indústria de informática tem-se beneficiado consideravelmente do apoio indireto dado pelo governo americano. Programas públicos no campo da defesa e pesquisa aeroespacial contribuíram para o desenvolvimento da indústria de semicondutores, tanto do ponto de vista de incentivos às atividades de P&D como pela formação de uma demanda crítica que viabilize uma escala econômica de produção.¹

O apoio indireto inclui também incentivos fiscais, que vêm produzindo importantes resultados para a organização e o crescimento das empresas. Uma série de produtos parcialmente fabricados nos Estados Unidos têm sua montagem final feita no exterior, especialmente no sudeste da Ásia. A política alfandegária americana prevê a incidência de impostos de importação apenas sobre o valor adicionado no exterior e sobre o material estrangeiro incorporado ao produto final montado *off-shore*. Tal regulamento faz com que muitos fabricantes americanos tornem-se capazes de competir numa escala mundial, além de ajudar a indústria americana a contrabalancear algumas das vantagens estruturais japonesas, tais como acesso privilegiado a recursos financeiros, graças à estrutura industrial baseada em conglomerados, e mão-de-obra mais barata.

O governo americano adota outros incentivos e medidas de financiamento à indústria de informática em geral. Os principais são o rebote fiscal de 35% sobre o incremento anual das despesas de P&D e o chamado "Apple-Bill" (projeto de isenção de alguns impostos às empresas que doem computadores às escolas e universidades).

Contudo, o aumento do ritmo de competição no mercado mundial e a crescente penetração de equipamentos importados no mercado americano têm pressionado no sentido de aumentar a intervenção governamental no campo da informática. O setor privado, através de associações de indústria (ex. Semiconductor Industry Association) ou de empresas individuais, está pressionando o governo no sentido de implementar políticas ou estratégias industriais especialmente voltadas para o setor da alta tecnologia. Existem também planos para a criação de um Departamento de Ciência e Tecnologia e outro de Indústria e Comércio, com o objetivo de melhorar a coordenação do apoio governamental à indústria.

Um exemplo recente de ação privada coordenada é a Cooperativa de Pesquisa em Semicondutores, fundada em 1982 por um consórcio de 35 empresas dentre as maiores companhias fabricantes de computadores e componentes. O consórcio investiu em 1984 US\$ 13,5 milhões em pesquisas em 54 áreas da microeletrônica, envolvendo 40 universidades.²

O impacto causado pelo simples lançamento do conceito de quinta geração pelos japoneses fez com que o mundo ocidental desenvolvido anunciasse um volume de projetos de inovação tecnológica sem precedentes na história da informática.

¹ "Survey of Government Policies in Informatics" - UNIDO/1985.

² *Idem*.

A resposta americana ao projeto japonês veio através de dois programas, um governamental e outro privado. A iniciativa do governo americano partiu do Departamento de Defesa ao lançar o programa STARS (Software Technology for Adaptable Reliable Systems). Trata-se de um programa amplo, que inclui recursos humanos e tecnologia, com duração de 7 a 10 anos e gastos estimados em 400 milhões de dólares. Este projeto será desenvolvido predominantemente na área militar com a participação da indústria e da comunidade universitária.³

A resposta da iniciativa privada americana ao projeto de quinta geração foi o "Microelectronics and Computer Technology Corp" (MCC). O MCC conta com a participação de 13 empresas competidoras entre si que estão investindo cerca de US\$ 50 milhões apenas no primeiro ano e matividadesde P&D.

2. JAPÃO

Desde meados da década de 50, a indústria eletrônica no Japão é considerada a chave para o crescimento da economia. As políticas governamentais para a eletrônica se expressaram através de quatro conjuntos principais de medidas que viriam a se mostrar coerentes e de caráter contínuo.

O primeiro conjunto de medidas ocorreu no início dos anos 50, com o desenvolvimento de uma nova infra-estrutura institucional que logo substituiu a anterior. Foi criado o Bureau da Indústria de Informática e Máquinas que, em conjunto com os novos Conselhos da Indústria de Máquinas Eletrônicas e de Processamento de Dados, agiria a pedido do Ministério da Indústria (MITI) para solucionar problemas técnicos e políticos.

O segundo bloco de medidas foi adotado a partir de 1971, por iniciativa do MITI, e visava reorganizar a estrutura da indústria. Diversos fabricantes foram obrigados a especializar-se como condição para alcançar uma melhor competitividade tecnológica a nível internacional.

Numa terceira etapa, o governo japonês passou a apoiar financeiramente as empresas e setores alvos, através de compras preferenciais, alocação de créditos, incentivos para P&D e treinamento de engenheiros em processamento de informação. Medidas especiais também foram tomadas para incentivar a exportação.

Por último, o comércio e o investimento estrangeiro foram restringidos com a adoção de altas tarifas, quotas, requerimentos e práticas aduaneiras. Tais restrições foram acompanhadas de uma política consistente conhecida como *buy Japan* que visava criar um mercado interno e fortalecer a indústria nacional.

Esses blocos de medidas resultaram em um grande crescimento da indústria de informática local. O suporte governamental, aliado aos mecanismos de coordenação política, foi a chave para o sucesso dos setores de alta tecnologia.

Embora o montante de recursos públicos para financiar a indústria tenha sido pequeno se comparado aos EUA, a participação das empresas japonesas ao repartir os gastos em P&D foi de suma importância para a consecução dos planos governamentais.

Embora a indústria japonesa tenha-se tornado competitiva internacionalmente, dispensando vários dos mecanismos de proteção mencionados, o governo japonês continua mantendo sua política de suporte às tecnologias-chaves.

No final de 1981, o Japão anunciou seus planos para o sistema de computadores de quinta geração. O projeto foi inicialmente programado para um período de 10 anos com um orçamento de US\$ 500 milhões,⁴ e incluía a criação do

³ Lucena, C. J. - *Possibilidades de Desenvolvimento no Brasil de Tecnologia de Quinta Geração: Um plano de atuação para o SERPRO*, mimeo, out. 1984.

⁴ *Idem* ao anterior.

ICOT (Instituto para a Nova Geração de Tecnologias de Computação), patrocinado pelo MITI, e oito importantes empresas japonesas da área da informática.

Pode-se concluir que a excelente performance da indústria de informática japonesa se deve em grande parte às políticas governamentais. Tais políticas caracterizam-se não apenas pelo conceito de seleção de tecnologias específicas e de setores como também por sua continuidade.

O conceito de tecnologias ou de setores alvos é importante na medida em que permite a concentração de esforços e recursos que têm em comum um mesmo objetivo, conduzindo a um maior grau de sinergia industrial em P&D e entre fabricantes.

A continuidade das políticas governamentais se deve à visão de longo prazo em que opera o setor público japonês. Com isso, permite-se um processo de planejamento estratégico que inclui uma avaliação da dinâmica tecnológica e sua projeção, a qual é característica do Japão. Existem, é claro, características estruturais da economia japonesa que favorecem a implementação de tal visão a longo prazo, em particular o funcionamento do mercado de capitais e a maneira como sua indústria é financiada.

3. EUROPA OCIDENTAL

A importância do setor da informática tem sido reconhecida por diversos países da Europa. Alemanha, Inglaterra e França, em particular, têm feito esforços no sentido de desenvolver uma indústria eletrônica nacional. No entanto, até hoje, nenhum país conseguiu o mesmo grau de sucesso da indústria japonesa.

As políticas públicas dos países europeus se distinguem por algumas características peculiares, mas são similares, nos seus aspectos mais gerais. Os principais mecanismos de ação utilizados pelos governos desses países são a política de compras discriminatória, o suporte sistemático a P&D e programas financiados com fundos públicos.

No caso da Alemanha Ocidental, o suporte financeiro federal é dado pelo Ministério da Pesquisa e Tecnologia Eletrônica aos programas que incluem treinamento, aplicações e atividades de pesquisa. O objetivo principal da política alemã de eletrônica tem sido alcançar independência tecnológica através do desenvolvimento de uma indústria doméstica capaz de competir internacionalmente em determinados nichos de mercado.

A Alemanha iniciou em 1980 um projeto de desenvolvimento e fabricação de Semicondutores VLSI com um orçamento total de US\$ 300 milhões entre fundos privados e governamentais; a maior parte do programa foi financiada pela SIEMENS, AEG-Telefunken e Volvo.⁵ Desde 1975, o governo vem operando uma série de programas de suporte à difusão da eletrônica dentro de empresas de pequeno e médio porte, pois a maior parte dos setores industriais alemães com alto nível de tecnologia, inclui empresas desse porte.

Hoje, o suporte às pequenas, médias e grandes empresas é o aspecto chave da política pública alemã, que contraria a política anterior que dava suporte às "campeãs nacionais". Essa política beneficiava apenas grandes empresas consideradas capazes de competir no mercado internacional.

Na Inglaterra, o governo procura ampliar a base produtiva do setor eletrônico através de incentivo de programas setoriais e regionais. Tal política inclui a criação de estatais (ex. Inmos, na área de microeletrônica), estimula as atividades de pesquisa e encoraja fusões de empresas no setor. Essas iniciativas tiveram por objetivo aumentar a competitividade das empresas

⁵ "Survey of Government Policies in Informatics" — UNIDO/1985.

inglesas no mercado internacional, a partir do reforço da base científica e tecnológica local.

Como em outros países europeus, a Inglaterra tem diversos programas de pesquisa financiados pelo governo. O MAP (Microprocessor Application Project), por exemplo, contou com fundos governamentais no montante de £55 milhões⁶ e tem como objetivo encorajar o uso da microeletrônica além da fronteira da indústria de eletrônica.

Os principais órgãos de política industrial na Inglaterra são o Ministério da Indústria, o Conselho para o Desenvolvimento da Pesquisa Aplicada (ACARD) e o Grupo de Tecnologia. No entanto, a Comissão Alvey é atualmente a principal responsável pela coordenação e suporte à pesquisa fundamental. A comissão recomendou um programa nacional para tecnologia avançada da informação (quinta geração de computadores) com um orçamento previsto em 350 milhões de libras por um período de cinco anos. O programa deverá ser implementado por um consórcio de empresas inglesas com 75% dos investimentos oriundos do governo.

Na França, o programa de suporte governamental direto às indústrias locais iniciou-se em 1966, através do "Plano Calculo". O plano consistia em criar uma estrutura administrativa e de suporte às empresas locais de eletrônica. A tarefa de coordenar estratégias entre governo, universidades e indústria foi dada às instituições ligadas aos Ministérios da Pesquisa e Indústria e de Telecomunicações.

Até 1982, houve três sucessivos "Planos Calculo". Os programas foram criticados por oferecer um excessivo suporte aos fabricantes de computadores mainframes em detrimento dos fabricantes de componentes, periféricos e pequenos computadores. O último estágio do Plano Calculo caracterizou-se pela política de suporte às "campeãs nacionais".

A política governamental mudou em 1982, com o advento do governo socialista, mas foi mantida a prioridade ao desenvolvimento da capacidade tecnológica e industrial. A indústria eletrônica francesa reorganizou-se em quatro pólos (computadores, telecomunicações, componentes e eletrônica de consumo) e fez acordos de cooperação tecnológica com empresas estrangeiras.

Um novo programa "Filière Électronique" contou com fundos governamentais num total de FF 140 bilhões durante cinco anos.⁷ Os objetivos principais seriam obter um salto tecnológico em novos produtos e serviços e unir a indústria aos laboratórios públicos. Além desses objetivos gerais, foi dada prioridade aos projetos que se inserissem em mercados globais com grandes perspectivas de crescimento a médio e longo prazo.

A principal iniciativa no âmbito da Comunidade Econômica Européia (CEE) é o projeto "ESPRIT" (European Strategic Programming Research and Development in Information Technology). O programa foi originado de um estudo efetuado por representantes da indústria européia de tecnologia da informação e terá duração de 10 anos, sendo o primeiro estágio em cinco anos. O objetivo do programa é aumentar a competitividade da indústria da CEE através de pesquisas em áreas-chaves como a microeletrônica, tecnologia de software, processamento avançado de informação, incluindo inteligência artificial, automação de escritórios e CAD/CAM.

A CEE fornecerá, em geral, 50% dos fundos para cada pesquisa dentro do projeto, e espera investir US\$ 220 milhões ao ano. Os critérios para o fornecimento de fundos variam de acordo com uma série de fatores que vão desde a extensão da contribuição do projeto para o objetivo geral até a capacidade dos proponentes de facilitar o acesso de terceiros aos resultados das pesquisas.

⁶ *Idem.*

⁷ *Idem.*

4. PAÍSES RECENTEMENTE INDUSTRIALIZADOS (NICS)

Os chamados NICS encontram-se em diferentes estágios quanto ao grau de desenvolvimento tecnológico e industrial da informática. Alguns países, como a Argentina, alcançaram no início da década passada um razoável nível industrial e de capacitação técnica.⁸ No entanto, a falta de apoio governamental levou a um retrocesso no desenvolvimento alcançado. Já outro grupo de países, notadamente a Coréia, Taiwan e Brasil, conseguiu desenvolver uma sólida base industrial na informática a partir de políticas públicas específicas. Esta seção descreve sucintamente as políticas adotadas nos dois países asiáticos, já que o caso brasileiro será estudado em profundidade na segunda parte da pesquisa.

O traço comum mais importante entre as políticas adotadas pelos países asiáticos é a busca por maior autonomia tecnológica. As formas e mecanismos da intervenção estatal, no entanto, são de natureza diversa.

Na Coréia do Sul, o papel do governo tem sido fundamental para o desenvolvimento da indústria, particularmente a partir de 1962 quando foi instituído o primeiro de uma série de cinco planos econômicos quinquenais consecutivos. O quinto plano quinquenal, que vigora desde 1982, identificou a indústria eletrônica como uma entre as 10 indústrias estratégicas para o desenvolvimento econômico do país. O plano introduz uma legislação especial para incentivar o setor eletrônico como um todo e inclui um plano específico para a indústria informática.

A produção de equipamentos eletrônicos profissionais está concentrada em quatro conglomerados privados nacionais⁹ que operam em uma ampla gama de setores econômicos, incluindo construção naval e civil, indústria automobilística e praticamente todos os segmentos do chamado complexo eletrônico. O Estado tem grande influência na vida das empresas, intervindo diretamente na fixação de objetivos e estratégias de longo prazo.

País de escassos recursos naturais, a Coréia decidiu investir pesadamente nas indústrias de tecnologia de ponta que maximizem a utilização de um fator de produção altamente disponível: recursos humanos especializados. Para isso, combina diferentes mecanismos de política, tais como barreiras comerciais, subsídios e incentivos fiscais, investimento público em atividades de P&D e adoção de legislação para diferentes setores.

O Ministério do Comércio e da Indústria é o principal responsável pela formulação de políticas de promoção à indústria de semicondutores, eletrônica de consumo e processamento de dados, sempre com uma perspectiva de longo prazo.

O governo tem encorajado empresas privadas a investir em atividades de P&D através de vários tipos de incentivos, inclusive o *tax write-offs* (cancelamento de taxas). Os gastos totais em P&D têm crescido rapidamente nos últimos anos, tanto em termos absolutos como em relação ao tamanho da economia. O total dos gastos em P&D alcançou US\$ 661 milhões em 1982, o que representou cerca de 1% no PNB do país.¹⁰

A área eletrônica conta com três importantes institutos de pesquisa governamentais¹¹ orientados para a assimilação e aplicação de tecnologias importadas, assim como geração de tecnologia de ponta nas áreas de semicondutores, computadores e equipamentos de telecomunicações. Os institutos trabalham em estreita colaboração com os centros de P&D privados e atendem as

⁸ Ver Hugo Nochteff, *Desindustrializacion y Retroceso Tecnológico en Argentina 1976-1982. La industria electronica de consumo*. FLACSO, Buenos Aires, 1984.

⁹ Hyundai, Samsung, Lucky-Gold Star e Daewoo Electronics.

¹⁰ Chung; Joseph S. in *National Policies for Developing High Technology Industries: Korea's Informatics Industry*. September/1985.

¹¹ Korean Electrotechnology and Telecommunications Research Technology (KETRI), Korea Institute of Electronics Technology (KIET) e o Korean Advanced Institute of Science and Technology (KAIST).

necessidades de pequenas empresas que não possuem P&D próprio. Recentemente, a Coréia desenvolveu um modelo de chip de 256K, ao custo de US\$ 91 milhões. Isso colocou o país no terceiro lugar nesta tecnologia, logo após os EUA e Japão.

Além dos investimentos e incentivos às atividades de P&D, a indústria de informática tem recebido um tratamento especial no que concerne a impostos. O governo tem reduzido impostos e tarifas de importação e oferecido incentivos fiscais para investimentos.

Em termos de proteção à indústria nacional, a principal peça de legislação é o "Regulamento sobre Importações e Utilização de Computadores", elaborado em maio de 1982, que reúne vários regulamentos específicos dos Ministérios do Comércio e Indústria, da Ciência e Tecnologia e da Associação das Indústrias de Eletrônica da Coréia (EIAK). O regulamento objetiva promover a nacionalização das indústrias de minicomputadores, micros e periféricos, e, ao mesmo tempo, proteger a indústria doméstica de computadores da competição direta com multinacionais, restringindo as importações e incentivando uma política de compras governamentais para produtos nacionais.

Em Taiwan, as políticas governamentais visaram inicialmente reduzir os custos das indústrias de alta tecnologia, bem como os riscos de investimento para o setor privado. O governo concedeu substanciais empréstimos para facilitar o surgimento de novas empresas fabricantes de linhas de produtos chaves com tecnologia de fronteira.

Entretanto, ao invés de procurar competir com empresas de países industrializados nos principais segmentos do mercado, o governo de Taiwan incentivou as empresas nacionais a buscarem os segmentos especializados ("nichos") no mercado da informática onde pudessem obter vantagens competitivas. Fabricantes nacionais se concentraram e especializaram na faixa de periféricos e em produtos que podem ser comercializados sob forma OEM para empresas líderes nos EUA, Japão e Europa Ocidental.

Neste contexto, o governo teve um papel fundamental na medida em que estruturou o relacionamento entre a economia local e as grandes firmas estrangeiras, minimizando o prejuízo potencial para a indústria nacional, e facilitou a transferência e difusão de tecnologia.

CAPÍTULO 4

Desempenho da Indústria Brasileira de Computadores

1. EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA E MERCADO BRASILEIRO DE EQUIPAMENTOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS (EPD)

A indústria brasileira de EPD vem apresentando um ritmo de crescimento bastante significativo desde sua implantação no final dos anos 70. No período 1979/85, as empresas nacionais cresceram a uma taxa média anual geométrica de 59%. As empresas multinacionais com atividades locais de fabricação, embora excluídas do mercado de computadores de pequeno porte, lograram manter um crescimento médio de 7% ao ano no mesmo período. Em 1979, as empresas nacionais detinham 23% do faturamento da indústria, elevando sua participação para cerca de 50% em 1985. Neste ano, o faturamento global do setor foi estimado em 2 bilhões de dólares, empregando diretamente mais de 30.000 funcionários, sendo 1/3 com nível superior. O Quadro 1 mostra a evolução do faturamento, em termos de ORTNs, das empresas genuinamente nacionais do setor de informática.

QUADRO 1

EVOLUÇÃO DO FATURAMENTO DA INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE INFORMÁTICA, 1979/85
(Em milhares de ORTNs)

Ano	Faturamento (mil ORTNs)	Índice 1979 = 100
1979	12.140	100,0
1980	27.180	223,9
1981	39.700	327,0
1982	62.180	512,2
1983	73.670	606,8
1984	130.960	1.078,7
1985	195.220*	1.608,0

(*) Estimativa

Fonte: Catálogo da Indústria Brasileira de Informática 1985/86, ABICOMP.

O setor de informática foi pouco afetado pela crise econômica brasileira do início dos anos 80. No período 1980/83, enquanto o produto nacional bruto caía 4%, a indústria de EPD crescia 73% em termos reais. A Figura I mostra o crescimento do mercado brasileiro de EPD de acordo com seus principais segmentos, exclusive os computadores de grande porte (mainframes). Estes continuam a representar cerca da metade do mercado total, embora percam terreno progressivamente para micros e minicomputadores. A seguir, examinaremos sucintamente a evolução da indústria e mercado brasileiro de acordo com as duas categorias principais de equipamentos. Cabe lembrar que o processo de implantação e desempenho inicial da indústria e do mercado brasileiro de computadores foi exaustivamente analisado em estudos recentes publicados no Brasil,¹ e não serão, portanto, objeto de maiores aprofundamentos aqui. Nos limitamos a ressaltar os pontos relevantes à análise que pretendemos fazer das perspectivas do setor na segunda metade da década de 80.

¹ Ver Piragibe, C. (1985), e Tigre, P.B. (1984).

O Mercado de Pequenos Computadores

Em termos mundiais, o mercado de pequenos computadores vem crescendo de forma explosiva graças a difusão dos microcomputadores. Estes equipamentos, considerados artigos para "hobistas" ao final dos anos 70, ganharam crescentes aplicações profissionais em função de sua excelente relação custo-performance.

As tendências atuais da informática são de utilizar, de forma crescente, microcomputadores ou *universal workstations* ligadas entre si e a equipamentos de maior porte, através de redes de dados. Além disso, o mercado de micros cresce também em função de sua utilização na automação comercial e de escritórios como equipamentos *stand alone*. Quanto às características técnicas, observa-se uma progressiva substituição de equipamentos de 8 bits (por exemplo, TRS-80 e Apple II) por 16 e 32 bits, que apresentam velocidade superior de processamento, memória maior e maiores recursos de software.

No Brasil, a produção de computadores de pequeno porte foi iniciada pela Cobra, em 1976, com a montagem dos minicomputadores da linha 700 (tecnologia Ferranti) e 400 (Sycor).

A indústria ganhou maior impulso a partir de 1978 com a introdução da política de reserva de mercado a empresas genuinamente nacionais. Neste ano, quatro novas empresas iniciaram a produção de minicomputadores enquanto se formaram vários novos fabricantes de periféricos, como terminais de vídeo e impressoras.

Durante os primeiros anos da década de 80, o mercado de minicomputadores apresentou um crescimento acelerado. As vendas de mínis em 1982 cresceram quase 40% em relação ao ano anterior. Essa expansão foi resultado do processo de automação bancária iniciada nesse período e de grandes compras feitas por empresas estatais junto à Cobra. O apoio das instituições financeiras e bancos foi decisivo para a implantação desse segmento de mercado, pois além de viabilizarem projetos através de participação acionária, passaram a ser os principais usuários de minicomputadores no país.

Entretanto, em 1983, o segmento de mínis reduziu sua taxa de crescimento para 10% - a menor taxa verificada desde que os equipamentos nacionais começaram a ser comercializados. Observou-se que a tendência do mercado era de utilizar microcomputadores que, embora apresentassem menor performance, tinham um custo proporcional significativamente menor. Assim, foram viabilizadas soluções descentralizadas que dispensavam o uso de mínis.

Diante da expansão dos micros, a faixa dos mínis deverá representar uma parcela cada vez menor do mercado. Para enfrentar tal situação, a maioria dos fabricantes de minicomputadores já possui projetos para fabricação de supermínis, equipamentos de 32 bits com performance muito superior, além de já terem ingressado no segmento dos micros. Esta última alternativa surgiu como forma de garantir a participação dessas empresas no mercado de maior dinamismo da indústria.

Concentração e Liderança

Em 1987, existiam mais de 200 empresas fabricantes de computadores e periféricos no Brasil. As maiores empresas vêm procurando diversificar sua produção dentro do chamado complexo eletrônico,² embora a participação nos outros segmentos ainda seja pequena. O Quadro 3 mostra a participação dos grupos nacionais nos principais ramos do chamado "complexo eletrônico".

A Sid praticamente se igualou à Cobra em termos de vendas, a partir de 1985, graças ao fornecimento de equipamentos de automação bancária ao Bradesco, um de seus principais acionistas. A empresa vem procurando diversificar sua atuação nos diversos segmentos da eletrônica através de suas associadas Sid

² A respeito do Complexo Eletrônico, ver Erber, F. (1983).

Microeletrônica (componentes semicondutores), Sharp (eletrônica de consumo) e Sid Telecomunicações.

A tradicional líder do mercado nacional – Cobra – perdeu posição relativa devido aos problemas enfrentados com as encomendas do setor público e demora no lançamento de novos produtos. No entanto, continua a liderar o mercado de minicomputadores com cerca de 37% das unidades vendidas. A transferência da Cobra para o Ministério da Ciência e Tecnologia resolveu parte dos problemas institucionais e poderá enfatizar a vocação da empresa em ocupar a vanguarda em termos de desenvolvimento tecnológico no Brasil.

QUADRO 2

FATURAMENTO, NÚMERO DE EMPREGADOS E CONTROLE ACIONÁRIO DAS 20 MAIORES EMPRESAS DE INFORMÁTICA NO BRASIL – 1985

Empresa	Faturamento (em Cz\$ mil milhões de 1985)	Nºde Empregados	Principais Acionistas
1. IBM do Brasil	3.693.505	5.000	IBM (USA)
2. Burroughs	517.157	2.203	Burroughs Corp. (USA)
3. Cobra	466.463	2.700	BNDES, Banco do Brasil, CEF
4. SID (1)	452.272	1.151	Sharp (60%)
5. Sperry Univac	417.263	124	Sperry Corp. (USA)
6. Elebra Informática (1)	278.177	1.450(2)	Cia. Docas de Santos (99%)
7. Prológica	238.759	1.530	Pessoa física
8. Scopus (1)	224.101	1.170	Scopus Part. (78%)
9. Microlab (1)	194.973	758	Pessoa física
10. Sisco	185.461	516	Poempa Ltda. (87%)
11. Polymax (1)	136.310	532	Acréscimo
12. Edisa	133.392	705	Grupo Ioshpe
13. ABC Bull	131.794	300	Grupo ABC
14. Hewtett Packard	118.460	250	Hewtett Packard (USA)
15. Microtec	90.026	200	Pessoa física
16. Expansão Inf.	84.358	202	Pessoa física
17. Medidata	79.331	253	Pessoa física
18. Multidigit	61.630	183	Grupo Leopoldina-Cataguases
19. Moddata (1)	38.921	650	Pessoa física
20. Novadata	25.647	80	Pessoa física

Fonte: Balanço Anual Gazeta Mercantil, 1986.

Obs.: As empresas Itautec, Digiredede, Labo, Racisec e Elgin estão entre as 20 maiores empresas nacionais, embora não constassem da relação feita pela publicação acima.

(1) Empresa de Capital Aberto.

(2) Inclui Elebra Informática, Elebra Telecom e Elebra Computadores.

QUADRO 3

ATUAÇÃO DOS PRINCIPAIS GRUPOS ECONÔMICOS NOS DIFERENTES SEGMENTOS DO "COMPLEXO ELETRÔNICO" BRASILEIRO

Grupo Econômico	Computadores	Componentes Microeletrônicos	Periféricos	Telecomunicações	Eletrônica de consumo
Sharp	Sid Informática	Sid Microeletrônica	Digilab (1,3)	Sid Telecom NEC(2)	Sharp Eletrônica
Docas de Santos	Elebra Computadores (2)	Elebra Microeletrônica	Elebra Informática	Elebra Telecom	-
Itaú	Itautec Informática	Itaicom Itaú Compon. da Amazônia	Itautec Informática	Itautec Informática	-
Acréscimo Participações	Polymax	-	Eletrodigi/Flexidisk	E.E. (5)	-
ABC Sistemas	ABC. Bull Computadores (2)	ABC-Xtal	-	ABC Teleinf. (ABC Italtel + ABC Teletra)	-
Gradiente	Gradiente Inf. (Digiplay)	-	-	-	Gradiente Amazônia

- NOTAS: 1. Vínculo acionário indireto
2. Joint-venture
3. Acordo OEM
4. Em negociação
5. Em fase de incorporação a outras empresas do grupo.

Outra importante empresa do setor - Itautec - está dirigida ao mercado bancário, graças a sua vinculação ao Banco Itaú. Atua também no mercado de microcomputadores de 8 e 16 bits e prepara sua entrada no setor de microeletrônica e supermínis.

A Elebra Informática obteve sua posição entre as cinco maiores devido a uma liderança absoluta no setor de periféricos, principalmente impressoras e unidades de discos magnéticos. A exemplo da Itautec, inicia-se também na fabricação de supermínis e componentes microeletrônicos.

A Digirede, por sua vez, é a empresa que mais cresceu nos últimos anos, sendo atualmente a principal fornecedora independente de sistemas de automação bancária.

No mercado de microcomputadores, a liderança não é muito definida. A Prológica detém o maior número de sistemas instalados com 36,5%, seguida pela Microdigital com 29,3% e Dismac com 4,1%. No entanto, estes números se referem basicamente a sistemas de baixo custo, não refletindo, portanto, o valor das vendas de equipamentos. Outras empresas como Scopus, Microtec, além da Sid e Itautec têm atuação bastante destacada no mercado de microcomputadores profissionais de 16 bits e podem eventualmente obter a liderança deste mercado.

De um modo geral, a indústria brasileira de EPD tem mostrado uma tendência de desconcentração com a contínua entrada de novos fabricantes. O Quadro 4 mostra a evolução da participação das cinco e 10 maiores empresas no mercado brasileiro de equipamentos de PD. A pulverização do mercado se acentuou a partir de 1982 com a introdução dos microcomputadores. Em apenas um ano (1985), 20 empresas entraram na fabricação de microcomputadores compatíveis com o IBM-PC, elevando para 37 o número de fabricantes deste produto no Brasil

Computadores de Grande Porte (Mainframes)

As vendas de equipamentos de grande porte atingiram US\$ 331 milhões em 1984, representando 51% do faturamento total da indústria. A IBM sozinha faturou em torno de US\$ 600 milhões (além de US\$ 131 milhões em exportações), o que representa cerca de 70% do mercado naquele ano.³

QUADRO 4

EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS 5 E 10 MAIORES EMPRESAS NO MERCADO BRASILEIRO (EXCLUI EMPRESAS ESTRANGEIRAS)

Empresas	1979	1980	1981	1982	1983	1984
5 maiores	88,8%	65,8%	53,6%	51,1%	46,4%	47,4%
10 maiores	98,0%	83,2%	77,5%	73,1%	65,8%	67,5%

Fonte: SEI, *Panorama da Indústria Nacional* - Abril/86

Em termos de parque instalado, a IBM detém 55% dos grandes computadores, com 1.502 equipamentos em uso no valor de US\$1.810 bilhões. A Burroughs é a segunda fornecedora do ramo de mainframes no país, com 17% do parque e com 482 equipamentos instalados. A ABC-Bull, joint-venture entre a empresa Bull francesa e o grupo nacional ABC, é a terceira empresa com atividades de fabricação local de equipamentos de grande porte. Os demais fornecedores - Sperry, FACON (Fujitsu), DEC, Honeywell, Control Data, entre outros - atendem o mercado brasileiro via importação.⁴

Embora representem apenas 5% do parque computacional instalado, com 2.725 equipamentos, os mainframes representam 75% do valor total do parque, estimado em US\$ 3,2 bilhões.

As vendas de mainframes são influenciadas por fatores de ordem política, tais como cotas de importação, pois os produtos, embora montados no país, dependem fundamentalmente de componentes importados. Em consequência, o mercado tem apresentado taxas de crescimento irregulares nos últimos seis anos.

Na virada da década, as vendas de computadores mainframes foi arrefecida por força da redução nas cotas de importação administradas pela Secretaria Especial de Informática, tendo em vista os problemas nacionais com o balanço de pagamentos.⁵ Em consequência, entre 1979/80, o mercado de equipamentos de grande porte registrou taxa de crescimento negativa. A partir de 1981, apesar do agravamento da situação das contas externas, houve um relaxamento no controle das importações, permitindo um crescimento de 15% em 1981 e 41% em 1982. Tal crescimento foi influenciado não só pela demanda reprimida nos anos anteriores,

³ *Dados e Idéias*, Edição Extra 1985.

⁴ Ver Boletim da SEI: *Parque Computacional instalado*. 1983.

⁵ Os computadores de grande porte ou mainframes são importados ou produzidos com baixo conteúdo de componentes locais, o que implica a necessidade de importação.

mas também pela necessidade de renovar o parque instalado, em função do lançamento de novos produtos com melhor relação preço/performance.

A SEI, no entanto, procurou frear o mercado de novos computadores adotando uma política de otimização do parque existente através da autorização para importação de expansões de memória, programas e processadores de maior porte.

Em 1983, observou-se uma queda nas vendas de mainframes, já que a demanda reprimida acumulada anteriormente foi, em grande parte, eliminada pelo elevado número de sistemas 4341 fabricados no Brasil pela IBM. O ano seguinte foi razoavelmente favorável para os fornecedores de grandes equipamentos. A IBM lançou o novo sistema 4381, em substituição ao modelo 4341. Estes não mais supriam as crescentes necessidades de processamento do sistema central dos grandes bancos, que começaram a operar em forma de redes.

Perfil da Demanda

Uma análise a nível dos grandes grupos de demanda mostra que o setor financeiro⁶ representa o maior mercado para equipamentos de processamento de dados no Brasil (ver Quadro 5). O aumento da participação relativa do setor no faturamento global da indústria, de 20,7% em 1980 para 29,5% em 1984, foi, em grande parte, consequência do impulso da automação bancária ocorrida no período. A tendência, principalmente nos bancos privados, em automatizar de forma crescente os seus serviços demonstra grandes perspectivas de crescimento da participação do setor financeiro no total das vendas da indústria da informática. Entretanto, a implantação do Plano Cruzado fez com que muitos bancos revissem seus planos de investimento com automação de agências, até uma melhor avaliação de seus impactos sobre a intermediação financeira.

O setor industrial, que representa quase um terço do total do mercado para produtos de informática, registrou um ligeiro declínio de sua participação no total das vendas entre 1982/84. Contudo, o setor vem mantendo uma importante participação no mercado devido aos investimentos em automação industrial. Empresas do setor automobilístico, mecânico e outros investem crescentemente na automação tendo em vista a manutenção de seu nível de competitividade a nível internacional.

QUADRO 5

PARTICIPAÇÃO RELATIVA DO FATURAMENTO DA INDÚSTRIA
INFORMÁTICA, SEGUNDO CATEGORIA DE ATIVIDADE
ECONÔMICA DO USUÁRIO

Usuário	1980	1981	1982	1983	1984
Setor financeiro	20,7	19,4	29,6	30,4	29,5
Indústria	26,2	25,6	29,1	28,2	27,7
Comércio	34,5*	37,9*	19,6**	16,8**	19,4
Serviços	-	-	9,8	15,6	10,3
Governo	17,7	15,9	11,9	9,0	13,1

* Estão incluídos serviços.

** Não estão incluídos serviços.

Fonte: *Panorama da Indústria Nacional - Bol. Inf. - SEI - Abril/86*

⁶ O setor financeiro engloba, além dos bancos privados e outras instituições financeiras, os bancos e demais entidades financeiras estatais a nível federal, estadual e municipal.

Os setores de comércio e serviços nos anos de 1980/81 tiveram sua participação relativa estimada em conjunto.⁷ Na medida em que os dados estavam agregados, tornou-se difícil concluir de forma precisa as razões do sensível declínio verificado nas vendas para o setor comercial entre 1982/83. Ainda se, nesse mesmo período, somarmos as categorias serviços e comércio, verificaremos que a participação em conjunto desses setores decresceu de 37,9% em 1981 para 29,7% em 84.

O decréscimo das vendas ao setor governamental,⁸ verificado entre 1980/84, sugere uma crescente diminuição da participação deste setor no faturamento global da indústria de informática. No entanto, dois importantes aspectos devem ser levados em consideração ao analisarmos a situação. Primeiro, a redução das compras governamentais ocorrida no período estudado foi de caráter conjuntural (diminuir déficit público), o que pressupõe que, passada a crise, pode ocorrer um incremento na política de compras governamentais, com vistas a superar o atraso relativo. Segundo, é importante salientar que os dados percentuais aqui apresentados referem-se às vendas feitas pela indústria nacional, não incluindo, portanto, os equipamentos de grande porte, dos quais o governo tem sido grande demandante.

2. IMPORTAÇÕES E EXPORTAÇÕES

Importações

O processo de substituição das importações de equipamentos de processamento de dados ganhou impulso a partir do final dos anos 70, com a implantação da indústria nacional. Antes disso, porém, as importações de computadores vinham declinando graças a um rígido controle caso a caso por parte da extinta CAPRE.

Os primeiros produtos introduzidos pelas empresas nacionais tinham baixos índices de nacionalização e respondiam por uma faixa limitada das necessidades dos usuários. Gradualmente, os fabricantes protegidos pela reserva de mercado diversificaram sua produção e lançaram uma ampla gama de computadores e periféricos de pequeno porte. As importações foram deslocadas para produtos de maior complexidade, especialmente computadores de grande porte e componentes críticos para a fabricação local, tais como componentes semicondutores e dispositivos mecânicos de precisão. No período 1973/82, as importações de componentes e equipamentos de PD cresceram a uma taxa média anual de 14% que, embora expressiva, é bastante inferior ao crescimento do mercado como um todo.⁹

A partir de 1981, o agravamento da situação econômica do país implicou novos cortes nas importações como forma de diminuir o déficit no balanço de pagamentos. Para o setor da informática, o governo, através da SEI, empreendeu uma política de aumentar a nacionalização dos equipamentos produzidos no país, reduzindo as cotas de importações anuais autorizadas, de forma a induzir o desenvolvimento local de peças e componentes.

Desde então, a indústria nacional de informática vem reduzindo substancialmente a participação de componentes importados em seus produtos, que já alcançaram índices de nacionalização elevado (ver Quadro 6).

⁷ Segundo a SEI, a categoria de serviços não era solicitada explicitamente nos questionários enviados às empresas do setor de informática que incorporavam as vendas efetuadas para este ramo aos dados referentes ao setor comércio.

⁸ Governo: órgãos da administração direta, entidades autárquicas, fundações e empresas públicas (federal, estadual, municipal).

⁹ Piragibe (1984).

De acordo com os critérios da FINAME, o segmento de microcomputadores apresenta índices médios de nacionalização que variam de 80% para impressoras e unidades de disco magnético a 95% para CPU, teclado e monitor. Se analisarmos o segmento de minis, poderemos observar que a série Cobra 500, cujos equipamentos foram totalmente projetados no país, alcançou índices de nacionalização de 98%. No setor de terminais, os índices atingidos ultrapassam a marca dos 95%, enquanto a média apresentada pelos equipamentos fabricados pelas empresas nacionais, em geral, é superior a 90%.¹⁰ Ver Quadro 7.

QUADRO 6

PARTICIPAÇÃO RELATIVA DAS IMPORTAÇÕES NO FATURAMENTO BRUTO

Empresas	1981		1982		1983		1984		1985*	
	M	M/Fatur	M	M/Fatur	M	F/Fatur	M	M/Fatur	M	M/Fatur
Nacionais	81	21,9	50	9,0	49	7,1	90	10,6	96	8,2
Multinacionais	223	33,3	208	21,9	179	22,4	187	21,3	174	15,2

M = Total importado em US\$ milhões

M/Fatur = Importação sobre o total do faturamento (%)

Fonte: Panorama da Indústria Nacional - Bol. Inf. SEI - Abril 1986

QUADRO 7

ÍNDICE DE NACIONALIZAÇÃO

Produto/Empresa	Índice	
<i>Microcomputadores</i>		
Cobra	C-210	0,926
	C-305	0,934
Edisa	ED-281	0,860
Itautec	I-7000	0,870
Labo	8221	0,897
Microtec	PC 2001	0,879
Polymax	MAXXI	0,902
Prológica	CP-500	0,890
Scopus	NEXUS-1600	0,939
SID	SID-3000	0,960
<i>Minicomputadores</i>		
Cobra	C-540	0,983
Edisa	ED-381	0,850
Labo	8034	0,891
Medidata	M.2001	0,891
SID	SID 51/5200/5600/5800	0,890
Sisco	S-10.000	0,955

¹⁰ Dados obtidos do relatório A Política Nacional de Informática, a Indústria Nacional de Desenvolvimento Tecnológico - Abicomp/SBC, Mai/84.

<i>Terminais</i>		
Cobra	TD-100/200	0,875
	TR-207	0,981
EBC	TS-52/800	0,960
Edisa	ED-110/120	0,961
Itautec	I-1020	0,926
Labo	8311/12/31	0,980
SID	SID 1035/1036	0,966
Sisco	TV-2000/3000	0,960
<i>Impressoras</i>		
Digilab	8030	0,688
Elebra Inf.	EL 6010	0,807
	EL 8087	0,921
Elgin	MT 1401/140L	0,725
Microperiféricos	M 200E	0,928
<i>Unidades de Disco</i>		
Microlab	DM 525	0,889
Multidigit	DW 0511	0,922

Fonte: Informe ABICOMP - Dez./84.

Isso implica o fato de a indústria nacional ter aumentado substancialmente sua participação no mercado, onerando pouco o balanço de pagamentos. Segundo dados da SEI, apresentados no Quadro 6, as empresas nacionais, em 1985, importaram o equivalente a 8,2% de suas vendas, enquanto que a relação para as multinacionais era de 15,2%.

O aumento dos índices de nacionalização tem motivação estratégica de domínio de tecnologias-chaves para a capacitação nacional em informática. A nível econômico, contudo, pode ser proibitivo avançar na nacionalização de dispositivos complexos tais como a cabeça magnética de unidades de disco e chips de memória. O tamanho do mercado local é muitas vezes insuficiente para amortizar investimentos em desenvolvimento e fabricação dos componentes, prejudicando assim o desempenho financeiro do fabricante e onerando o usuário final. Países que adotam políticas voltadas à exportação, como Coréia e Taiwan, nacionalizam componentes apenas quando os custos locais são inferiores aos do mercado internacional. Assim, ao exportarem micros aos Estados Unidos incorporam unidades de disco flexíveis japonesas e ROM/BIO chips (que incorporam software) adquiridos de empresas americanas.

Importações Ilegais

A importação de equipamentos de PD incluídos na área de reserva de mercado (micro e minicomputadores e seus periféricos) é proibida no Brasil, exceto em casos específicos de produtos especializados. No entanto, é notória a existência de um mercado paralelo de equipamentos e componentes eletrônicos estrangeiros, responsável pelo atendimento de uma parcela substancial do mercado brasileiro, sobretudo de microcomputadores e seus periféricos.

O contrabando eletrônico é estimulado por três fatores principais. Primeiro, pelo contínuo lançamento de novos produtos no mercado internacional. Embora muitos destes produtos se tornem disponíveis no Brasil após um período médio de um a dois anos, a ocorrência do gap faz com que usuários não resistam ao fascínio de comprarem as últimas novidades do setor, seja em viagens ao exterior ou diretamente de agentes locais. Cabe lembrar que os usuários de informática são em geral bem-informados sobre os novos lançamentos através das publicações especializadas nacionais e estrangeiras de ampla circulação no país.

O segundo fator de estímulo ao contrabando é a existência de um diferencial entre os preços praticados no Brasil e no exterior. Em produtos mais maduros, como por exemplo as linhas de microcomputadores Apple II e TRS-80, a diferença de preços é inferior a 10%.¹¹ Em outros casos, principalmente equipamentos periféricos como impressoras e *disk drives*, os preços dos equipamentos fabricados no país são de duas a três vezes mais caros que nos Estados Unidos ou Japão,¹² favorecendo assim as atividades de importação ilegal.

O terceiro fator são as restrições existentes à importação de componentes feita pela SEI. A constante preocupação do governo em reduzir as importações, como forma de equilibrar o balanço de pagamentos e ao mesmo tempo induzir a produção local de peças e componentes, tem levado à redução das cotas de importações anuais ao setor de informática. A maior restrição às importações associada à demora das autoridades encarregadas do comércio exterior em liberar pedidos de importação de componentes vitais à produção e a elevada taxaço fiscal são fatores que contribuem para que algumas empresas recorram ao contrabando de componentes como forma de suprir suas necessidades imediatas.

Contornando as barreiras da lei da informática, instalou-se no país uma verdadeira "rede" de contrabando eletrônico. Essa "rede", além de trazer ao Brasil os mais modernos microcomputadores do mundo, parece ter a maior fatia desse mercado no contrabando de componentes (circuitos impressos, chips, microprocessadores, diodos), destinados ao uso pela própria indústria de informática, eletrônica de consumo e de telecomunicações. As estimativas sobre o valor do contrabando de componentes no país varia de US\$ 50 milhões, segundo a própria indústria de microeletrônica¹³ até US\$ 100 milhões, de acordo com a Polícia Federal.¹⁴

Cabe salientar que o contrabando eletrônico é em grande parte viabilizado pelo fato de os produtos serem de pequeno peso e volume e alto custo unitário.

Quanto ao mercado paralelo de microcomputadores, cálculos da SEI estimam em quatro mil o número de IBM-PC ou compatíveis importados ilegalmente no país, o que representa a metade do mercado brasileiro de PCs nacionais. Só em 1984, o contrabando de micros da linha IBM-PC chegou à casa dos US\$ 15 milhões.¹⁵

O "mercado negro" de periféricos é considerado de duas a quatro vezes maior que o oficial, segundo várias estimativas. O contrabando de drives somente para linha Apple atingiu em 1985 um volume de US\$ 2 milhões.¹⁶ A oferta desses produtos pode ser facilmente comprovada na seção de anúncios classificados nos principais jornais do país. No entanto, o governo tem sido omisso e pouco atuante no combate ao contrabando, seja através da SEI, Ministério da Fazenda ou Polícia Federal. A solução do problema, no entanto, não se resolveria apenas com repressão, mas através de uma política destinada a baixar os custos dos produtos nacionais, mesmo que isso implicasse menor índice de nacionalização.

Exportações

As exportações de EPD estão concentradas principalmente na IBM. Em 1984 a empresa exportou US\$ 131 milhões, representando quase 80% do total das exportações (US\$ 161 milhões). A IBM exporta para outras subsidiárias do grupo, dentro de um esquema de divisão internacional do trabalho. Embora tenham declinado nos últimos anos, as exportações da empresa devem ganhar novo alento com a implantação, em 1985, de um "International Procurement Office" no Brasil. O IPO é responsável pela compra no mercado local de componentes, partes e subconjuntos para suprir as necessidades da empresa internacionalmente.

¹¹ Ver Tigre e Perine: *Competitividade dos micros nacionais* - 1984.

¹² Ver Piragibe (1984) e Perine, L. (1985).

¹³ Dados obtidos na *Informática Hoje* - Set/85.

¹⁴ *Isto É*, Jan/85.

¹⁵ *Informática Hoje* - Set/85.

¹⁶ *Idem*.

Com relação às empresas nacionais, tem havido alguns negócios de exportação, embora em pequena escala e de caráter experimental. O principal mercado é da América Latina (Argentina) e Estados Unidos, onde são feitos negócios de subcontratação, geralmente com fornecedores de tecnologia. A Elebra Informática, por exemplo, exportou em 1984 US\$ 4,1 milhões em placas de circuito impresso para unidades de disco magnético para a Control Data americana que, por sua vez, fornece a tecnologia de fabricação das unidades de disco no Brasil.

Três empresas brasileiras foram autorizadas a entrar no mercado argentino de automação bancária, seja através de joint ventures com empresas locais (Digirede) ou como fornecedores de tecnologia (Sid e Itautec). Este fato deve contribuir para um incremento das exportações de partes e componentes àquele país.

A indústria brasileira ainda não realizou um esforço maior de produção de exportações. As escalas de produção ainda são pequenas, de forma que os custos ainda são superiores ao mercado internacional. Falta também uma vontade política para definir incentivos e uma estratégia voltada à exportação, a exemplo do que ocorre na Coreia e Taiwan. No entanto, os empresários percebem a importância de uma exposição maior à concorrência internacional como forma de viabilizar a indústria nacional a longo prazo e proteger-se contra uma possível abertura na política de reserva de mercado no futuro.

3 - Política de Informática no Brasil

A Política de Informática Brasileira vem sendo objeto de vários estudos de cunho acadêmico, profissional e jornalístico. Tais estudos analisam os aspectos econômicos, sociológicos e políticos que determinaram a origem e evolução da atuação governamental no setor desde o início dos anos 70. Entre eles destacam-se os trabalhos de Sílvia Helena (1980), Clélia Piragibe (1985), Emanuel Adler (1984), Ramamurti (1985), Frischtak (1985) e Graham (1985). A maioria destes estudos foi realizada em universidades americanas, como a Harvard Business School, ou organismos internacionais, como o Banco Mundial.

Sendo assim, não cabe aqui retomar a análise histórica da política do setor. O presente estudo focaliza apenas os desenvolvimentos recentes ocorridos no plano institucional e examina os principais problemas a serem enfrentados em futuro próximo pela política nacional de informática.

A principal característica da política brasileira de informática foi a ênfase à capacitação tecnológica local. Isso representou um marco em termos de política industrial, na medida em que esta preocupação esteve presente de forma apenas secundária nos planos de desenvolvimento de outros setores industriais. Outra inovação foi a adoção do conceito, plenamente justificado empiricamente, de que capacitação nacional só é obtida por empresas genuinamente nacionais, com autonomia decisória sobre o processo de seleção e desenvolvimento de tecnologias. Isso conduziu a implementação, a partir de 1977, da política de reserva de mercado para empresas nacionais nos setores mais dinâmicos da indústria (pequenos computadores e seus periféricos) que ainda não estavam ocupados no Brasil por fabricantes estrangeiros.

Os objetivos básicos da política de informática foram incorporados pelos diferentes arranjos institucionais que vieram suceder à Capre na condução da ação do setor público no setor. A Capre, órgão subordinado ao Ministério do Planejamento, foi substituída em 1979 pela Secretaria Especial de Informática, vinculada ao Conselho de Segurança Nacional. Apesar da ampla reorganização dos quadros dirigentes, a SEI não só manteve como ampliou o raio de ação da política de informática, passando a incorporar novas áreas (microeletrônica, superminicomputadores etc.) no âmbito da reserva de mercado.

Em 1984, a política para o setor deixou de ser de competência exclusiva do poder executivo. Precedido de um intenso debate público em que se envolveram

associações de classe (APPD, SBC, Abicomp), parlamentares e empresários, o Congresso Nacional aprovou, quase unanimemente, a chamada "Lei de Informática". A Lei referendou os princípios básicos de capacitação tecnológica e reserva de mercado e democratizou o processo decisório através da criação do Conselho Nacional de Informática e Automação (CONIN). O CONIN é formado por representantes do setor público (ministérios) e privado (órgãos de classe, associações empresariais e profissionais) e tem por função debater e decidir sobre os rumos da política nacional para o setor. Com a instauração da Nova República em 1985, a SEI saiu da órbita do CSN para o recém-criado Ministério da Ciência e Tecnologia.

A "Lei de Informática" foi regulamentada através do Plano Nacional de Informática e Automação (Planin) aprovado pelo Congresso em fins de 1985. O Planin não só referendou os objetivos anteriormente fixados como também reforçou os instrumentos de ação com a introdução de incentivos fiscais. Assim, além do benefício da reserva de mercado para empresas nacionais, o setor passou a contar com incentivos para atividades de P&D, formação de recursos humanos, capitalização através de um esquema de dedução do imposto de renda para compra de ações de empresas de informática semelhante ao existente para a Embraer, isenções de IPI e impostos de importações para investimentos em ativo fixo, entre outros. O Quadro 8 relaciona os incentivos fixados para o setor.

QUADRO 8

INCENTIVOS FISCAIS PARA O SETOR DE INFORMÁTICA

PROGRAMAS	INCENTIVOS	OBSERVAÇÕES
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	.Dedução de até 200% dos gastos em pesquisa e desenvolvimento para efeitos de Imposto de Renda.	.Conin estabelece o percentual da dedução.
	.Isenção do Imposto de Importação, IPI e IOF sobre bens do ativo fixo importado ou nacional.	.Ênfase aos programas desenvolvidos com centros de pesquisas.
	.Depreciação acelerada dos bens do ativo fixo, para efeitos do Imposto de Renda.	
RECURSOS HUMANOS	.Dedução de até 200% dos gastos com formação de recursos humanos para efeitos de Imposto de Renda.	.A todos os segmentos da informática. Abatimento limitado a 15% do Imposto de Renda.
CAPITALIZAÇÃO DA EMPRESA NACIONAL	.Dedução de até 1% do Imposto de Renda na aplicação direta em empresas nacionais do setor.	.Investimento não pode ser feito em empresas do mesmo grupo.
		.Conin aprova plano de capitalização.
		.Registro na CVM.
PRODUÇÃO	.Isenção de IPI, Imposto de Importação e IOF sobre bens do ativo fixo.	.Destinado à produção, modernização e expansão industrial.

QUADRO 8 (Cont.)

INCENTIVOS FISCAIS PARA O SETOR DE INFORMÁTICA

PROGRAMAS	INCENTIVOS	OBSERVAÇÕES
	.Depreciação acelerada (em 3 anos).	.Conin autoriza a isenção.
DOAÇÃO DE BENS	.Todos os benefícios.	.Equiparado a P&D.
EXPORTAÇÃO	.Isenção do Imposto de Exportação.	.Destinado às empresas nacionais exportadoras.
SOFTWARE	.Todos os benefícios.	.Destinado aos projetos de P&D e formação de recursos humanos.
	.Redução do lucro tributável equivalente ao percentual da receita referente ao faturamento do produto.	.Destinado ao software básico, de suporte e aplicativos de alto conteúdo tecnológico para equipamentos nacionais.
	.Todos os benefícios.	.Conin autoriza os incentivos.
	.Redução do lucro tributável equivalente ao percentual da receita referente ao faturamento do produto.	.Destinado aos fabricantes de hardware.
MICROELETRÔNICA	.Isenção de Imposto de Importação para componentes, partes e peças.	
	.Dedução de até 200%, dos gastos com componentes comprados nas indústrias nacionais de microeletrônica.	

Fonte: *Revista Info*, Jan. 1986.

Os incentivos fiscais devem proporcionar recursos para a capitalização e desenvolvimento tecnológico da empresa nacional em uma fase crítica para sua sobrevivência. Até então, o setor não dispunha de qualquer incentivo financeiro e a capitalização das empresas se dava principalmente através de recursos obtidos no mercado reservado. Diante dos crescentes desafios tecnológicos e competitivos a nível mundial, seria difícil manter o mesmo ritmo de desenvolvimento sem recursos adicionais. A reserva de mercado foi definida como um instrumento temporário pela Lei de Informática. Os incentivos se destinam a criar instituições sólidas capazes de enfrentar a competição com empresas multinacionais a partir de sua eventual alteração.

Apesar de seu sucesso, a política de informática vem enfrentando sérios desafios a nível interno e externo, que devem se agravar até o fim da década.

A nível interno, o principal problema da política de informática é sua desarticulação com outros segmentos do chamado "complexo eletrônico", ou seja, os setores de comunicações e eletrônica de consumo. O desenvolvimento da tecnologia microeletrônica criou uma base técnica comum para setores anteriormente considerados independentes. Assim, como veremos com maior detalhe no Capítulo V, as indústrias do complexo eletrônico passaram não só a depender essencialmente da mesma tecnologia, como também a competir em mercados cada vez mais próximos.

Apesar da crescente convergência, a política do governo brasileiro para os setores de informática, comunicações e eletrônica de entretenimento diverge quanto aos objetivos e instrumentos de ação. O setor de informática, conforme vimos, está subordinado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, e tem como

objetivo explícito a capacitação tecnológica e como instrumento principal de política a reserva de mercado para empresas nacionais. O setor de comunicações, por sua vez, está subordinado ao Minicom e sua política visa principalmente substituir importações a custos compatíveis com a capacidade de compra do monopólio estatal. O instrumento de política é a capacidade de compra do governo e é dada prioridade a empresas com maioria de capital nacional. No entanto, as empresas líderes do setor são multinacionais com uma participação majoritária local apenas nas ações ordinárias, artifício que lhes permite acesso ao mercado estatal sem afetar o controle decisório pela matriz no exterior.

O setor de eletrônica de entretenimento tem uma estrutura mais complexa. A política governamental está orientada essencialmente para o desenvolvimento regional através dos incentivos fiscais para localização na Zona Franca de Manaus. Ao contrário de zonas francas instaladas em outros países em desenvolvimento, a ZFM é um entreposto de importação e não de exportação. Os produtos são fabricados visando o mercado interno, concorrendo assim diretamente com produtos fabricados no resto do país. Os incentivos fiscais representam uma redução média de custos de aproximadamente 35%.

Além disso, fabricantes localizados em Manaus têm maiores facilidades de importação, não se sujeitando aos rígidos controles caso a caso vigentes no resto do país. Em consequência, os produtos fabricados em Manaus tendem a incorporar menos componentes nacionais e a depender essencialmente de tecnologia estrangeira.

A ida para Manaus representou a completa desnacionalização da indústria brasileira de rádios e televisores na década de 60, já que as facilidades de importação favoreciam as empresas multinacionais. No caso da informática, teme-se que haja um processo de desnacionalização tecnológica, que conduziria, em última análise, a uma desnacionalização da própria indústria. Várias empresas de informática já tiveram seus projetos aprovados pela SUFRAMA. Isto criou um conflito entre este órgão e a SEI, que não concordou com a fabricação de equipamentos de PD em Manaus. O caso envolveu um intenso debate entre o governo e parlamentares do Amazonas e o Ministério da Ciência e Tecnologia. Em fins de 1985, chegou-se a um acordo limitando o espaço dos benefícios fiscais para empresas de informática localizadas na Zona Franca de Manaus.

Independentemente de seus méritos individuais, a desarticulação entre as políticas de informática, comunicações e eletrônica de entretenimento representam um problema para o desenvolvimento da eletrônica no Brasil. Cada setor tem uma estrutura industrial distinta, o que dificulta sua integração em "conglomerados eletrônicos". Assim, perde-se a oportunidade de gerar economias de escala e escopo inerentes à produção diversificada. Além disso, a experiência industrial e tecnológica acumulada por empresas de um setor raramente se transferem aos demais, atrasando assim o processo de capacitação nacional.

Outro problema é que a política deu pouco estímulo à formação de recursos humanos altamente qualificados para atividades de P&D. A nível de pós-graduação, existem centros de bom nível, mas com um número de estudantes tão limitado que não atendem sequer as necessidades de reposição de docentes que são atraídos pelo mercado de trabalho. Um relatório concluído em julho de 1986 pelo comitê Assessor em Ciência da Computação do CNPq apresentou dados alarmantes para o sucesso da política nacional de informática. Em 1985 o Brasil contava com apenas 408 mestres e doutores na área (1,2% do total de pesquisadores em todas as áreas). Os Estados Unidos em 1981 já dispunham de 158 vezes mais pesquisadores em informática com 64 mil mestres e doutores.

Apesar de sua crescente importância econômica e política, a informática nunca mereceu atenção especial dos órgãos financiadores da pós-graduação no Brasil (CNPq e Capes). Das 10.640 bolsas de mestrado e doutorado distribuídas pelas duas instituições em 1985, apenas 274 (2,6%) foram destinadas a programas de Ciência da Computação. Este fato pode comprometer, toda a política nacional de informática, na medida em que o simples acompanhamento do estado-da-arte internacional requer uma massa crítica de pesquisadores de alto nível.

No plano externo, o principal problema defrontado pela política de informática são as pressões do governo norte-americano contra a exclusão de empresas estrangeiras do mercado de pequenos computadores. As pressões ocorrem desde fins da década de 70, através de pronunciamentos informais de dirigentes americanos ou organismos bilaterais de comércio. Em 1985, o governo americano iniciou uma investigação, chamada "301", para fundamentar suas acusações de práticas "lesivas" ou "desleais" por parte do Brasil.

O executivo americano pretende discutir o problema junto ao organismo multilateral GATT (General Agreement on Trade and Tariffs), o que já foi aceito pelo Brasil.

As investigações sobre a política brasileira de informática vêm sendo acompanhadas pela Associação Brasileira de Indústria de Computadores e Periféricos (Abicomp). O órgão contratou um escritório de consultoria e os serviços do ex-embaixador dos Estados Unidos no Brasil, L. A. Motley, para assessorar a defesa da posição brasileira.

O Brasil parece reunir condições políticas internas, através principalmente do Congresso Nacional e associações profissionais para resistir às pressões americanas pela abertura do mercado a empresas multinacionais. No entanto, o conflito é desgastante, na medida em que se repetem ameaças de retaliação dos EUA às exportações de manufaturados brasileiros. A questão da dívida externa também pode ser usada como instrumento adicional de pressão contra a política brasileira para o setor.

CAPÍTULO 5

A Questão Tecnológica na Indústria Brasileira de Computadores

1. ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS DE PRODUTO

As empresas brasileiras fabricantes de equipamentos de processamento de dados vêm logrando manter um certo grau de atualização tecnológica de seus produtos em relação ao mercado internacional. Na área de microcomputadores, o gap existente nos equipamentos de 8 e 16 bits é pouco significativo,¹ embora em periféricos e minicomputadores a distância entre a tecnologia dos produtos disponíveis no mercado brasileiro e no exterior seja relativamente maior.

A manutenção de uma linha de produtos tecnologicamente atualizada vem sendo possível não só pelo nível de capacitação técnica alcançada por algumas empresas nacionais, mas também pela possibilidade de adquirir componentes críticos no exterior. Os microprocessadores de 8, 16 e 32 bits incorporam o cerne da tecnologia utilizada pelos computadores, permitindo a reprodução de equipamentos projetados no exterior a partir dos mesmos componentes.

No entanto, as empresas líderes no mercado internacional tendem a utilizar microprocessadores exclusivos, isto é, não disponíveis para venda a terceiros. Tais componentes são, em geral, projetados pelo próprio fabricante do computador, que assim impede sua emulação por concorrentes.

No entanto, existem brechas para adquirir componentes alternativos. A Digital Equipment Corporation, por exemplo, lançou em 1985 o Microvax II, um potente supermicro de 32 bits projetado a partir de um único microprocessador exclusivo. Entretanto, a Fairchild, fabricante independente de semicondutores, já está produzindo comercialmente (ou seja, para o mercado) uma "versão genérica" do chip utilizado no Microvax II.

A IBM, por sua vez, optou por utilizar um microprocessador padrão (Intel 8086) na sua linha de microcomputadores pessoais. Isso facilitou sua difusão no mercado, embora tenha permitido igualmente o surgimento de inúmeros computadores compatíveis, muitos dos quais cópias fiéis do IBM PC original. Na próxima geração de microcomputadores de 32 bits, a IBM deverá dispor de um microprocessador exclusivo. No entanto, os técnicos² acreditam que a empresa se verá forçada a lançar também uma máquina baseada no novo microprocessador 80386 da Intel que é não-proprietário. Isso decorre da pressão dos usuários de dispor de um equipamento compatível com o software desenvolvido para os micros PC e AT. Portanto, existem fortes razões para acreditar na continuidade de uma tecnologia-padrão, amplamente disponível, para a próxima geração de microcomputadores.

No Brasil, as empresas de informática recorrem a três fontes principais de tecnologia: engenharia reversa, licenciamento e projeto próprio. A decisão de adotar cada uma destas estratégias depende de fatores diversos, tais como política governamental, capacitação técnica, custos, valor do mercado,

¹ Estudos realizados no IEI em 1984 sobre a competitividade dos microcomputadores nacionais mostraram que o gap existente entre as linhas Apple II e TR-80, produzidos nos EUA e suas compatíveis no Brasil, era de menos de um ano. Veja Tigre e Perine (1984).

² Entrevista com Charles Ferguson, consultor de empresas de informática atualmente no MIT.

complexidade tecnológica do produto, tempo requerido pelo projeto, disponibilidade de software e atitude dos concorrentes.

A política de informática do governo procurou desencorajar o licenciamento quando havia comprovadamente capacitação local para desenvolvimento próprio. Isso permitiu que amplas faixas do mercado reservado fossem ocupadas com produtos desenvolvidos localmente, embora grande parte fosse apenas "emulações" ou cópias de produtos estrangeiros. Mas, de um modo geral, a indústria alcançou um alto grau de capacitação técnica em projeto de novos produtos. Em 1984, as empresas nacionais fabricantes de equipamentos de PD empregavam cerca de 3.200 profissionais em atividades de desenvolvimento de novos produtos, correspondendo a 13,5% de sua força de trabalho total.³ Isso não inclui técnicos subcontratados e as software-houses independentes. A maioria destes profissionais tem formação superior (muitos a nível de pós-graduação) e conseguiram acumular uma razoável experiência em atividades de P&D. Trata-se de uma força de trabalho competitiva a nível internacional, principalmente em função dos salários relativamente baixos no Brasil. Um engenheiro de software nos EUA, por exemplo, ganha, em média, US\$60 por hora, enquanto que os salários no Brasil correspondem a apenas uma fração deste valor. No entanto, há um descompasso entre a demanda e formação de recursos humanos de alto nível, conforme vimos no capítulo anterior.

Em termos de equipamentos para atividades de P&D a comparação é mais desfavorável, embora algumas empresas locais já disponham de recursos técnicos sofisticados, como por exemplo o CAD (Computer-aided design). De um modo geral, pode-se afirmar que o ponto de estrangulamento da indústria nacional não está propriamente em capacitação técnica para atividades de desenvolvimento de novos produtos. A área de engenharia de processos, por exemplo, apresenta limitações muito mais sérias como veremos adiante.⁴

Para efeito de nosso estudo cabe analisar duas questões principais em relação às diferentes estratégias tecnológicas de produtos adotados pelos fabricantes nacionais de equipamentos de PD. A primeira se refere a *rationale* das decisões sobre fonte de tecnologia e as limitações e oportunidades oferecidas por cada opção. A segunda, de caráter mais prospectivo, focaliza as perspectivas destas estratégias até 1991, diante das mudanças tecnológicas em cursos e das possibilidades de alteração na política de reserva de mercado após o término de vigência fixado na Lei de Informática de 1984. Para isso, analisaremos isoladamente cada uma das três estratégias referidas.

1.1. Desenvolvimento Próprio

O desenvolvimento próprio de novos produtos é uma estratégia adotada principalmente por empresas que ocupam "nichos" de mercado, isto é, equipamentos orientados para atividades específicas. Os principais exemplos desta estratégia no Brasil são os sistemas de automação bancária e comercial.

Os investimentos em automação bancária no Brasil ocorreram no período de recessão da economia, servindo assim para sustentar o nível de crescimento da indústria. Em 1984, os sistemas bancários chegaram a representar cerca de 40% do faturamento total da indústria brasileira de equipamentos de PD. Nesta época, a inflação chegou a atingir 1/2% ao dia, viabilizando o investimento em tecnologias que aumentam a velocidade de circulação da moeda, tais como terminais on-line e dispositivos de transferência eletrônica de fundos. Após o Plano Cruzado este estímulo foi substancialmente reduzido.

Os principais bancos brasileiros participam da informática não só como usuários, mas também como fabricantes de equipamentos de PD. Dentre as 10 maiores empresas nacionais de informática, cinco são direta ou indiretamente controladas por instituições financeiras.⁵ Os bancos justificam esta integração

³ SEI, Panorama da Indústria Nacional. V. 4, nº 12, set. 1984.

⁴ Vários diretores entrevistados (Scopus, Cobra, Itautec) alegaram ter alcançado uma capacitação em projeto muito superior à alcançada na área de fabricação.

⁵ Itautec, Cobra, Sid, Labo e Edisa.

vertical não só pela necessidade de contar com equipamentos projetados de acordo com suas necessidades mas também pela oportunidade de investimentos. O ex-Ministro Olavo Setúbal, por exemplo, principal acionista da Itautec (através do Banco Itaú), acredita que a informática será na década de 90 um negócio tão bom quanto os bancos estão sendo nos anos 80. Sua empresa investe em capacitação técnica em microeletrônica sem se importar com os resultados negativos acumulados em seus balanços.

Os sistemas de automação bancária no Brasil foram projetados especialmente para atender as especificações locais, diferindo da estratégia adotada para equipamentos de uso geral onde vigora o padrão adotado nos Estados Unidos. A principal razão é a diferença entre a forma de atuação dos bancos nos dois países. Nos EUA, a regulamentação federal protege os pequenos bancos regionais, seguradoras e corretoras de valores tendo em vista uma política antitruste. Assim, não existe propriamente um sistema de compensação nacional de cheques, e os bancos oferecem uma gama mais limitada de serviços a seus clientes. No Brasil, ao contrário, os bancos constituem um verdadeiro supermercado de serviços onde se podem pagar impostos, fazer investimentos em ações, poupança ou títulos de renda fixa e até mesmo fazer seguro de vida ou adquirir um plano de saúde. A diferente natureza das operações acaba por exigir uma diferenciação dos equipamentos e sistemas.

Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento interno de sistemas de automação bancária no Brasil foi o fato de os bancos comerciais serem empresas nacionais, protegidas por uma legislação que limita a participação estrangeira a 49% do capital total. Em consequência, as instituições bancárias não estavam vinculadas a soluções técnicas adotadas no exterior e tinham autonomia decisória para optar por soluções locais. Na medida em que tais soluções se mostraram viáveis, um número crescente de bancos estrangeiros instalados no Brasil passou não só a adquirir seus equipamentos no país como também a exportar soluções locais para outras subsidiárias latino-americanas.

A política de informática teve um peso decisivo na viabilização da estratégia de desenvolvimento próprio adotada pelos fabricantes nacionais de equipamentos de automação bancária. Em meados dos anos 70, bancos brasileiros solicitaram à CAPRE permissão para importar equipamentos para automação de agências. A importação, estimada em US\$ 100 milhões, foi negada embora a incipiente indústria local não tivesse na época condições de oferecer alternativas. Os técnicos da CAPRE acreditavam que a geração de uma demanda reprimida por equipamentos de PD pelo setor bancário iria contribuir para a viabilização de uma indústria nacional na década seguinte.

Na área de minicomputadores, terminais e equipamentos auxiliares houve também importantes experiências de desenvolvimento próprio. A estatal Cobra foi a empresa que mais se destacou nesta estratégia, lançando em 1980 a linha 500 de minicomputadores, inteiramente projetada e desenvolvida no país. O Cobra 500 foi produto de vários anos de pesquisa, a partir do projeto G-10 que foi iniciado pela Escola Politécnica da USP e PUC do Rio de Janeiro. O produto foi bem-sucedido comercialmente, tendo sido vendidas mais de 1.000 unidades até 1986, e dando origem a outras versões de menor porte.

De um modo geral, a tendência de concentração na indústria mundial de computadores, descrita na primeira parte desta pesquisa, não encoraja projetos próprios de novos computadores. O domínio da IBM no mercado de micros, em particular, faz com que o mercado exija equipamentos compatíveis com o software IBM, estimulando assim estratégias de cópia ou engenharia reversa. Na área dos minis/superminis, poucos fabricantes internacionais conseguem manter seus padrões próprios (DEC, Data General) diante da crescente demanda do mercado por compatibilidade que permita a interligação em redes.

A crescente complexidade tecnológica dos computadores de pequeno porte é outro fator que desestimula projetos próprios no Brasil. Isso inclui o custo de desenvolver produtos com ciclo de vida curto (três ou quatro anos) e a necessidade, em muitos casos, de desenvolver circuitos integrados exclusivos.

Segundo a IPL,⁶ empresa sediada em Massachusetts que mantém um contrato de transferência de tecnologia com a SISCO, o projeto de um novo chip custa cerca de US\$ 25.000. Um novo supermíni avançado utiliza cerca de 80 chips, o que faz com que o custo de desenvolvimento de sua parte eletrônica chegue a atingir a US\$ 1 milhão. Na maioria dos casos, o tamanho do mercado brasileiro não justifica investimentos deste vulto.

Nos segmentos de mercado onde estão disponíveis "chips-padrão", o desenvolvimento próprio de novos produtos é mais acessível às empresas nacionais. Digirede, Edisa, Cobra, Novadata e Scopus, dentre outras, desenvolveram internamente supermicros de 32 bits baseados nos chips da família 68000 da Motorola e sistemas operacionais *Unix-like*. Os equipamentos são de propósito geral e concepção atualizada a nível internacional.

Em termos de software, os desenvolvimentos mais expressivos foram os sistemas operacionais Sisne da Scopus e Sox da Cobra. Apesar de compatíveis com o MSDOS da Microsoft e Unix da ATT, os sistemas não foram copiados, fato reconhecido pelas próprias empresas americanas. Os dois sistemas foram inclusive intercambiados pelos fabricantes nacionais em um esforço pioneiro de cooperação tecnológica.

1.2. Engenharia Reversa

Os principais líderes do mercado mundial de microcomputadores (IBM, Apple, Tandy/Radio Shack) caracterizam-se por adotar uma arquitetura aberta de produtos tanto em termos de hardware quanto de software. Tal estratégia explica-se pela necessidade de utilizar circuitos integrados e programas desenvolvidos por outras empresas, e assim incorporar em seus micros uma ampla produção tecnológica independente.⁷

A arquitetura aberta, no entanto, possibilita a cópia por outros fabricantes, já que os microprocessadores e o sistema operacional que, em última análise, dão as características do equipamento podem ser adquiridos livremente no mercado. Isso permitiu o surgimento de vários clones de equipamentos compatíveis com os modelos de maior sucesso internacional.

No início dos anos 80, quando a Apple II ainda liderava o mercado de microcomputadores seguido pelo TRS-80 mod. III da Radio Shack, o mercado de compatíveis girava principalmente em torno destas duas máquinas. Alguns dos chamados Apple-clones, como por exemplo o micro ACE, da Franklin Computers, são versões melhoradas do equipamento original.

A partir de 1983, o crescente sucesso do IBM PC de 16 bits fez com que os fabricantes de micros buscassem compatibilidade com equipamentos desta marca. Hoje existem centenas de fabricantes em todo o mundo produzindo versões que rodam o software produzido pelo PC. Algumas versões, a exemplo do que ocorre com o Apple II, são produtos tecnicamente superiores ao original. A Compaq, por exemplo, produz um equipamento portátil totalmente compatível com o IBM PC AT (última versão da linha PC da IBM), que roda software a uma velocidade 30% maior que o equipamento original, além de incorporar características aprimoradas de proteção de dados. Graças a isso, a Compaq se tornou, em 1985, a terceira empresa no mercado americano de micros com 11% do mercado, logo após a IBM e Apple.

Outra estratégia adotada por fabricantes americanos de compatíveis é competir com preços substancialmente mais baixos que o equipamento original, mantendo as características básicas de performance. Para isso, geralmente subcontratam a fabricação junto a empresas de países do Extremo Oriente. O micro IBM compatível "Leading Edge", fabricado na Coreia, é vendido nos Estados Unidos

⁶ Entrevista realizada com Leo J.H. Gendron, vice-presidente OEM & Program Management.

⁷ Ver Tigre e Perine (1984) para uma análise da estratégia adotada no Brasil pelos fabricantes de compatíveis com Apple e TRS-80.

por apenas 60% do preço do equipamento original. Os micros compatíveis com a linha Apple II, por sua vez, como por exemplo o Micro II Computer, são vendidos pela metade do preço do Apple II original, com a garantia de serem 100% compatíveis. Diante da concorrência, a própria IBM passou a adotar a estratégia de subcontratação, encomendando kits junto a empresas de Singapura, Japão, Hong Kong e Coréia do Sul.

No Brasil, a fabricação local de micros Apple-II compatíveis foi iniciada em 1982 pela {Spectrum, sendo logo seguida pela Unitron e Polymax. No ano seguinte, foram lançados os primeiros compatíveis com o IBM PC, e, ao final de 1985, existiam 37 empresas com equipamentos desta classe no mercado.⁸ Dentre os fabricantes estavam alguns dos principais líderes do mercado brasileiro de informática como a SID, Itautec, Scopus e pequenas empresas que entraram no mercado a partir deste produto.

A estratégia de engenharia reversa, ou seja, de buscar compatibilidade final com equipamentos líderes no mercado internacional, parece ter-se tornado a única forma possível de sobrevivência no mercado de micros. Em 1985 os PC-compatíveis já representavam cerca de 80% do mercado americano de computadores pessoais. Em consequência, a grande maioria da produção independente de software é orientada para este tipo de equipamento. Conforme vimos na primeira parte desta pesquisa, as razões para o sucesso dos micros IBM não são propriamente técnicas. Deve-se a uma combinação única de vantagens competitivas de *marketing*, prestígio, preços, disponibilidade de software e uma privilegiada rede de representantes comerciais. Como a tendência do mercado é de eleger um padrão único, que permita comunicação de dados e ampla transportabilidade de programas, a situação competitiva dos não-compatíveis é bastante difícil. Mesmo a Apple Computer estuda uma mudança de estratégia no sentido de buscar maior compatibilidade com a linha PC.

O Japão é talvez uma das poucas exceções à tendência de padronização em torno do PC. Um consórcio de empresas, liderado pela Fujitsu, lançou um microcomputador pessoal modularizado que utiliza o padrão MSX, que constitui um padrão em si próprio. O novo micro tem concepção avançada em termos de hardware e software, mas ainda não foi suficientemente testado comercialmente no mercado internacional. No Brasil, o MSX é montado em Manaus pela Gradiente.

A estratégia de engenharia reversa não deve ser encarada como simples "pirataria tecnológica", mas como enquadramento a uma situação concreta do mercado. Muitos dos fabricantes brasileiros teriam condições de desenvolver um padrão próprio de microcomputadores a partir dos chips disponíveis no mercado internacional. No entanto, fugir à compatibilidade com o PC seria algo equivalente a um fabricante de equipamento de som produzir toca-discos que só rodassem a uma velocidade de 45 rpm, na expectativa de que os fabricantes de disco voltassem a adotar este padrão.

Quanto ao futuro, a manutenção de estratégia de engenharia reversa é constantemente ameaçada pela introdução, pelas empresas líderes, de novos produtos que incorporem chips proprietários. No entanto, esta tendência não está definida para a próxima geração de micros de 32 bits. A IBM deve manter compatibilidade com o software desenvolvido para o PC, possivelmente com o chip 80386 da Intel. Mas pode lançar outros produtos com chips exclusivos, se adotar determinados recursos técnicos especialmente para afastar competidores incômodos.

As pesquisas⁹ parecem indicar que a estratégia de arquitetura aberta traz mais benefícios do que desvantagens à IBM. Embora mais baratas, as cópias muitas vezes não conseguem atingir o mercado, seja por falta de tradição do fabricante ou dificuldades de acesso aos canais de comercialização. A tendência à

⁸ Ver *Informática Hoje* nº 25, 15 de outubro de 1985.

⁹ Levantamento realizado em agosto de 1985 pela IMS América, empresa especializada em estudos de mercado, baseado numa pesquisa realizada junto a 400 estabelecimentos do varejo. Fonte: *Informática Hoje*, 3 de dezembro de 1985, p. 11.

concentração na indústria de computadores faz com que usuários desconfiem das perspectivas de sobrevivência da maioria dos fabricantes de clones. Sendo assim, preferem pagar um prêmio para terem o IBM original com a garantia de que terão assistência garantida por toda a vida útil do produto e perspectiva de up-grading ou substituição por equipamentos compatíveis, na medida em que aumentem as necessidades computacionais.

Algumas versões PC-compatíveis, no entanto, conseguem abalar a preferência pela IBM, já que são vendidas a preços substancialmente menores. Além disso, a estratégia de arquitetura aberta atraiu para o padrão IBM os melhores talentos e empresas independentes de hardware e software. Apesar de seu gigantismo e competência, a IBM não teria condições de produzir internamente nem uma fração da ampla gama de periféricos, versões e aplicativos disponíveis para o PC.

É possível que a IBM decida proteger seu hardware com chips exclusivos e protocolos secretos de comunicação de dados. Neste caso, os fabricantes de compatíveis teriam que adotar soluções técnicas mais complexas visando manter a compatibilidade com eletrônica própria. Uma alternativa é o processo de "desfolhamento", desenvolvido no Japão, que permite desvendar a arquitetura interna do chip, e a partir de então reprojeta-lo. Mas este processo é ainda muito caro (de US\$ 20.000 a US\$ 500.000 por chip, segundo diferentes fontes), o que inviabiliza sua cópia por empresas pequenas. Outra alternativa é dispor de "chips genéricos" produzidos por fabricantes independentes de semicondutores com vistas a permitir a compatibilidade. Já existe uma associação de 45 empresas - excluindo a IBM - trabalhando no desenvolvimento de padrões para uma nova geração de IBM PC-compatíveis utilizando microprocessadores mais poderosos.¹⁰

No Brasil, os fabricantes de IBM PC-compatíveis encontram-se em situação privilegiada. Como a IBM não pode participar diretamente do mercado de micros, por força da política de reserva de mercado, os fornecedores encontram ampla receptividade do mercado e nos distribuidores. As firmas mantêm uma intensa concorrência entre si, permitindo uma constante queda de preços e benefícios aos usuários. Os produtos locais apresentam elevado índice de nacionalização, o que faz com que sejam adotadas soluções técnicas diferentes, embora compatíveis com o software-padrão.

A sobrevivência destas empresas no mercado brasileiro depende de três fatores principais: primeiro, da manutenção da política de reserva de mercado que as defende da competição direta com empresas estrangeiras. Segundo, da competência técnica que permita acompanhar rapidamente as mudanças introduzidas pela IBM, como, por exemplo, as versões XT e AT. Tal competência precisa se fortalecer em condições de mudanças técnicas mais radicais, caso a IBM utilize componentes não disponíveis para venda no mercado. Por fim, a sobrevivência neste mercado dependerá de forma crescente da qualidade, preço e serviços oferecidos pelo fabricante. O mercado nacional certamente não suportará todos os 37 fornecedores existentes atualmente e aqueles que obtiverem ganhos de escala na produção e serviços ou conseguirem difundir uma imagem de qualidade no mercado terão maiores possibilidades de sobrevivência.

1.3. Licenciamento

O licenciamento é uma fonte de tecnologia utilizada principalmente por fabricantes de minis/superminis e equipamentos periféricos. Tais produtos utilizam tecnologia relativamente complexa e que requer um mercado de ampla dimensão para amortizar seu custo de desenvolvimento.

Do ponto de vista do fabricante individual, o licenciamento é uma alternativa mais segura do que o desenvolvimento próprio, pois dá acesso a uma tecnologia já testada comercialmente. Além disso, o tempo requerido para lançamento do produto no mercado (item fundamental no mercado de informática, dado o curto ciclo de vida dos equipamentos) é inferior ao requerido no caso de

¹⁰ *Business Week*, 28 de julho de 1986.

desenvolvimento próprio. A empresa que obtém a licença geralmente inicia a produção com a montagem de kits fornecidos pelos licenciados e introduz componentes fabricados no país na medida em que o mercado se consolida. Assim, o fabricante tem tempo para estruturar as atividades de vendas e manutenção muitas vezes com a assistência do licenciador para tal. As razões que levam os fabricantes brasileiros de equipamentos de PD a preferirem licenciamento, ao invés de desenvolvimento próprio, foram exaustivamente analisadas em Tigre, P. B. (1984).

No Brasil, a política da SEI tem sido de autorizar acordos de licenciamento conforme a capacidade técnica local para desenvolvimento próprio. Isso se justifica na medida em que em um processo concorrencial, a utilização de tecnologia importada por um fabricante inviabiliza o desenvolvimento próprio pelos demais.

Os acordos de licenciamento foram inicialmente autorizados por ocasião da concorrência para fabricação de minicomputadores em 1978. Os contratos eram justificados pela falta de experiência industrial das empresas nacionais, que poderia prejudicar a consolidação da política de reserva de mercado. Os acordos eram, no entanto, encarados como medida provisória, necessária somente no período de consolidação da indústria. A geração de produtos subsequentes deveria ser desenvolvida, de acordo com compromisso firmado entre a Capre e os fabricantes selecionados, a partir de projetos próprios.

Na área de periféricos, os contratos de licenciamento têm sido a principal fonte de tecnologia das empresas nacionais. Isso ocorre devido à falta de experiência em projetos e fabricação de equipamentos que incorporam mecânica fina, assim como consequência das reduzidas dimensões relativas do mercado brasileiro. Algumas empresas, como Elebra e Microlab, evoluíram no sentido de evitar contratos formais, mas contam com o apoio de empresas estrangeiras no fornecimento de componentes-chave e especificações do produto.

O caso mais polêmico envolvendo o licenciamento como fonte tecnológica ocorre na área dos superminicomputadores. Em 1983, a Secretaria Especial de Informática solicitou às empresas interessadas que submetessem projetos para fabricação deste equipamento, não ainda produzido no país. Os supermínis são máquinas de 32 bits que ocupam uma área intermediária entre os mínis e os mainframes, considerada uma "zona cinzenta" da reserva de mercado.

Os fabricantes nacionais de minicomputadores eram os candidatos naturais a este mercado, já que os supermínis são uma evolução de sua linha de produtos. No entanto, houve divisão quanto à forma de obtenção de tecnologia. De um lado, empresas como a Cobra, Sid e Labo queriam que os projetos dos novos produtos fossem nacionais. Por outro lado, a Elebra (associada ao Bradesco e Medidata) e Itautec só acreditavam na viabilidade do empreendimento via contratos de transferência de tecnologia. A SEI hesitou mas acabou aprovando em 1984 os contratos de licenciamento. Diante disso, as demais empresas desistiram de desenvolver tecnologia própria e buscaram parceiros no exterior (ver Quadro 1). Tal fato demonstra a dificuldade de convivência no mercado de soluções tecnológicas locais e importadas em um mesmo tipo de produto. A empresa licenciada consegue introduzir seu produto mais rapidamente no mercado e a custos menores, inviabilizando assim o desenvolvimento tecnológico próprio por parte de seus concorrentes.

QUADRO I

CONTRATOS DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA FABRICAÇÃO DE SUPERMINIS NO BRASIL

Empresa	Tecnologia	Equipamento	Ano de lançamento no mercado internacional
ABC-Bull	Honeywell	DPS 6/96	1980
COBRA	Data General	MV-4000	1982
		MV - 8000	1983
Edisa	Hewlett-Packard	HP - 3000/48	1983
		HP - 3000/68	1983
Elebra	Digital (DEC)	Vax 11/750	1980
Itautec	Formation	F-4000/200	1980
Labo	Nixdorf	8890/72	1981
Sisco	IPL	4460	1982

FONTE: Datanews.

A utilização de tecnologia importada para fabricação de supermínis foi justificada pelas perspectivas de concorrência com equipamentos de maior porte fabricados por empresas multinacionais. De fato, os supermínis equivalem, em termos de preço e performance, aos computadores IBM/4341 produzidos até recentemente no Brasil. Como existem mais de 600 equipamentos deste tipo no Brasil, já com grande parte de seus custos amortizados, a concorrência precisaria ser feita, segundo alguns fabricantes, com base em produtos já testados no mercado internacional, dispondo de ampla gama de software aplicativo.

Na área de software, o uso do licenciamento por empresas nacionais vem-se revelando mais problemático. O principal obstáculo à concretização de acordos é que a legislação americana para software é baseada no direito autoral. No Brasil, esse tipo de negociação é considerada transferência de tecnologia, estando, portanto, sujeita às regras estabelecidas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Um consórcio de empresas brasileiras reunidas na Associação pelo Desenvolvimento da Informática (ADI) vem tentando, há mais de dois anos, obter licença da American Telephone and Telegraph (ATT) para importação de seu sistema operacional "UNIX", considerado o padrão internacional para supermínis e supermicrocomputadores. O acordo não é concretizado devido não só a divergências entre as partes como também por ingerências políticas do Departamento de Comércio americano, no âmbito das pressões contra a reserva de mercado no Brasil. Felizmente, o país dispõe de alternativas desenvolvidas localmente como por exemplo o Sox da Cobra, que já vem sendo licenciado a outras empresas nacionais.

1.4. Oportunidades e Limitações

As estratégias tecnológicas adotadas pelas empresas nacionais de informática estão associadas, conforme vimos, a questões de ordem econômica, tecnológica e política. No entanto, existe uma certa margem de flexibilidade, tanto a nível da empresa quanto de processo, para optar por diferentes soluções. Dentro deste espaço, é importante avaliar as limitações e oportunidades oferecidas por cada estratégia.

O desenvolvimento próprio de produtos é geralmente associado a uma maior autonomia tecnológica e considerado como prova de capacitação técnica local. No entanto, os benefícios dos investimentos em P&D nem sempre são apropriados pelas empresas que realizam as atividades. Conforme mostra Cooper (1974), as atividades de P&D geram "economias externas" à empresa e, ao demandar serviços

técnicos especializados locais, contribuem para o desenvolvimento de recursos humanos altamente qualificados para pouparem divisas.

Ao nível da empresa, as vantagens são menos nítidas. O desenvolvimento de novos produtos é um risco que pode ser evitado, por exemplo, via licenciamento de equipamentos já testados comercialmente. Outro problema é a qualificação técnica requerida para o desenvolvimento de produtos, que no caso brasileiro é um aspecto crítico para a maioria das empresas. Os custos inerentes às atividades de P&D também são fatores altamente limitativos. No Brasil, as empresas de informática gastam cerca de 6% de seu faturamento em P&D, o que em termos absolutos é muito pouco, se comparado com as despesas das empresas americanas que têm um volume de vendas significativamente maior.

No entanto, o desenvolvimento próprio de produtos pode oferecer oportunidades para as empresas brasileiras de informática. A principal parece ser a entrada em mercados especializados ou "nichos" tais como automação bancária, controle de processos, terminais de loteria etc. Tais mercados exigem produtos especialmente projetados, já que não são adequadamente atendidas com equipamentos do tipo *general purpose*.

Outra oportunidade aberta pelo desenvolvimento próprio é o mercado de exportação. Os produtos fabricados sob licença geralmente sofrem restrições à exportação por parte das licenciadoras, apesar de isso ser proibido pelo INPI.¹¹ Mesmo sem restrições explícitas, equipamentos de informática produzidos sob licença têm pouca competitividade no exterior, pois têm projetos pouco atualizados e preços relativamente mais elevados do que o fabricante original.

Esses dois aspectos parecem constituir a maior desvantagem do licenciamento como fonte de tecnologia. O produto licenciado geralmente se encontra em uma fase madura de seu ciclo de vida. Na informática, onde a vida tecnológica dos produtos é muito curta (de quatro a cinco anos em média), isso pode constituir uma grande limitação. Os supermínis produzidos sob licença no Brasil, a partir de 1985, por exemplo, foram lançados em seus países de origem num período de dois a cinco anos antes. Isso significa que, em alguns casos, já estavam defasados tecnologicamente e com perspectivas limitadas de crescimento de mercado.

Nessas condições, o processo de licenciamento só é vantajoso quando a empresa compradora utiliza os métodos, técnicas e conceitos técnicos adquiridos por adaptar ou desenvolver novos produtos.

Este fato pode ser ilustrado pela Edisa que obteve licença da Fujitsu japonesa em 1978 para fabricação do minicomputador ED 300. O produto exigiu grandes investimentos para nacionalização e desenvolvimento de mercado, mas se tornou obsoleto e a Edisa decidiu reprojetá-lo utilizando o microcomputador 68.000 da Motorola. Isso permitiu transformar o obsoleto míni num eficiente concentrador de agências bancárias locais ou remotas, mantendo a estrutura de software e periféricos anterior. Tal experiência permitiu à empresa desenvolver, em fins de 1984, o novo supermicrocomputador ED 680-1, com capacidade de 2 a 4 MB, utilizando o *chip of the shelf* 68020. Em 1985, o produto respondeu por cerca de 33% do faturamento total da Edisa. Uma nova versão (ED 690) vem sendo desenvolvida pela empresa, tornando sua linha de produtos atualizada a nível internacional.

No entanto, quando a empresa licenciada não se capacita tecnicamente nem investe no desenvolvimento posterior do produto, torna-se extremamente dependente do licenciador para sua sobrevivência no mercado. Neste contexto, o licenciamento é viável somente pela oportunidade de acesso a conceitos e aprendizado tecnológico, e não pela simples licença para fabricação de novos produtos.

¹¹ Ver Tigre, P.B. (1984).

A engenharia reversa é uma estratégia intermediária entre o licenciamento e o desenvolvimento próprio. Cabe distinguir, contudo, as atividades de simples cópia, muitas vezes com a importação clandestina de componentes, da emulação criativa. Esta última não consiste em fazer apenas uma cópia-carbono do produto original, mas aprimorá-lo, corrigindo eventuais falhas e adaptando-o às necessidades locais. Em muitos casos, a necessidade de incorporar componentes nacionais exige o reprojeto do equipamento, pois as peças locais nem sempre obedecem ao padrão especificado pelo fabricante original no exterior. Assim, a atividade oferece oportunidade de aprendizado que pode ser eventualmente utilizada para desenvolver projetos próprios, caso o mercado assim requeira.

2. TECNOLOGIA DE PROCESSO, NORMATIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL NA INFORMÁTICA

2.1. Processo de Produção Como Elemento Competitivo

A implantação da indústria brasileira de computadores se deu segundo um processo de substituição de importações, onde o elemento competitivo mais importante era a diferenciação de produto. Os fabricantes desenvolveram inicialmente capacitação técnica para desenvolver ou reprojeter equipamentos de PD, sem maiores preocupações quanto à forma do processo de produção. As escalas de produção eram usualmente pequenas, tornando o processo de montagem e teste do produto um aspecto secundário da atividade, se comparado ao esforço de definição do produto. Os custos da produção em *batch* ou pequenos lotes, embora elevados, eram facilmente absorvidos pelo mercado, dada a forte demanda reprimida e proteção não tarifária à indústria nacional. A estratégia de *marketing* e propaganda da maioria dos fabricantes baseava-se na ênfase das características técnicas do produto, relegando preço, qualidade industrial e serviços pós-venda a um plano secundário.

A pesquisa realizada junto aos fabricantes de equipamentos de PD para elaboração deste estudo revelou, no entanto, uma mudança na estratégia dos fabricantes no sentido de incorporar uma crescente preocupação com custo e tecnologia de processo. Isso ocorreu em função de três causas principais. Primeiro, devido à entrada de novas empresas e intensificação da concorrência na fabricação de hardware, provocando verdadeiras "guerras de preços" em determinados segmentos do mercado. Segundo, o mercado tendeu a uma maior padronização, principalmente nos microcomputadores onde os modelos compatíveis com Apple II e IBM PC dominam amplamente. Com produtos mais homogêneos, o processo competitivo se desloca naturalmente para questões relativas a preço, serviços e garantia pós-venda. Por fim, o crescimento do mercado gerou maiores escalas de produção e conseqüentemente, uma maior preocupação com o processo de produção e testes.

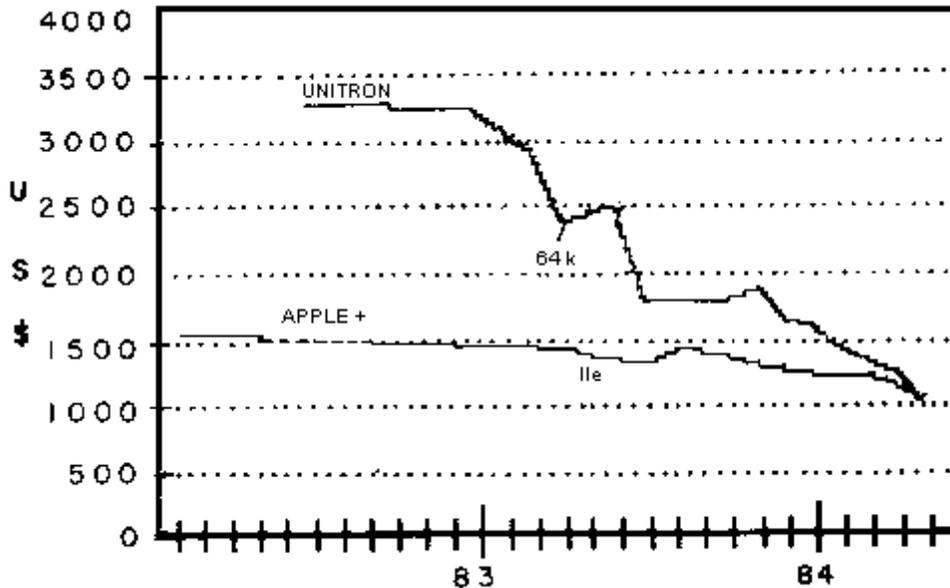
O impacto destes fatores sobre os preços foi significativo. A Figura 1 mostra a evolução comparativa dos preços de uma CPU Apple-compatível (Unitron) no Brasil em relação ao Apple II original nos Estados Unidos, respeitadas as alterações tecnológicas surgidas no período. Em apenas 18 meses, o diferencial de preços que era de 2,2 vezes praticamente desapareceu. O preço de um sistema completo no Brasil (incluindo monitor e unidade de disquetes), no entanto, ainda era cerca de 50% em função do custo dos periféricos.

Apesar dos avanços, a produção de computadores e periféricos no Brasil ainda é pouco automatizada e apresenta custos relativamente altos comparados a países em desenvolvimento do extremo oriente como Taiwan e Coréia do Sul. Apesar do mercado interno coreano ser menor que o brasileiro, as empresas locais geralmente operam no conjunto dos setores que caracterizam o "complexo eletrônico", isto é, bens eletrônicos de consumo, computadores, componentes semicondutores e outros equipamentos eletrônicos profissionais. Tal integração permite ganhos em economia de escopo, já que a montagem destes produtos envolve processos de produção similares. A montagem de um aparelho de TV, por exemplo,

não se diferencia muito da produção de micros, já que incluem etapas comuns de montagem de placas, tubos de imagem, conectores, fiação, gabinetes e testes. Assim, uma empresa que opere nos dois segmentos mencionados (TV e micros) pode utilizar a mesma planta industrial para montagem dos produtos, realizando assim importantes economias de escala. Outra vantagem é incorporar o aprendizado alcançado no setor de consumo na produção de bens profissionais, antecipando o processo conhecido na literatura como *learning by doing*.

FIGURA I

**EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DA CPU DO AP II NO BRASIL
E APPLE II NOS EUA.**



Primeiro, através da simplificação das operações necessários à montagem dos equipamentos. Isso envolve o reprojeto do produto de forma a diminuir o número de homens-hora necessário à produção através de projeto modular e integração horizontal, com o uso de subcontratação. Em uma empresa visitada, por exemplo, este esforço permitiu a redução do trabalho necessário para montagem do micro IBM-compatível de 120 para cerca de 50 homens/hora. De um modo geral, as empresas nacionais nasceram muito integradas verticalmente, devido à inexistência de tecido industrial local.¹² Na medida em que o setor desenvolve uma rede de fornecedores, a tendência dos fabricantes é subcontratar componentes e serviços de menor conteúdo tecnológico tais como pintura, gabinetes, mecânica e montagem de placas junto às firmas. Tais empresas têm melhores condições de dominar processos de produção de partes e peças, permitindo assim que os fabricantes de equipamentos se especializem em atividades mais diretamente ligados à informática como projeto e *marketing*.

A segunda forma de redução de custos operacionais é a introdução dos equipamentos de teste. Isso permite não só economias de mão-de-obra como também uma redução nas perdas de materiais, além de aumentar a qualidade e confiabilidade do produto. A importância de dispor de equipamentos de teste adequado pode ser exemplificado pelo sistema de teste físico de placas introduzido recentemente pela Digirede. Para implementar o projeto de um novo produto, são necessárias muitas especificações de teste. Os novos produtos lançados pela empresa têm em média 10 placas de circuito impresso e é necessário desenvolver um programa de teste para cada uma. Para especificar os testes, é necessário um amplo conhecimento das placas, o que só é conseguido após meses de experiência. No processo tradicional, são necessárias 4/5 meses para alcançar o nível de confiabilidade desejável (90%) conforme mostra a Figura 2, da página seguinte.

Com equipamento automático, é possível lançar o produto com 90% de confiabilidade desde o início. No entanto, seu custo de importação é elevado, pois é considerado bem de capital sujeito a altas tarifas alfandegárias. Em consequência, os fabricantes preferem não comprar, implicando maiores custos e menor qualidade do produto nacional. Tais equipamentos, além de caros, exigem manutenção difícil pela inexistência de serviço local, o que implica estoque próprio de partes sobressalentes e uma onerosa manutenção preventiva.

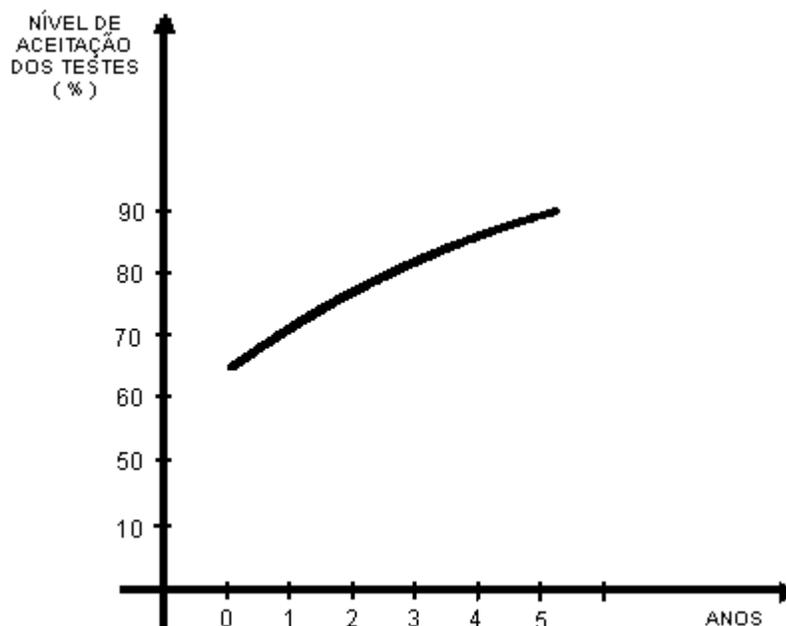
A questão da escala também é um obstáculo para a automação da indústria brasileira de equipamentos de processamento de dados. A produção típica de um fabricante de unidades de disco magnético no Brasil é de 20 por mês, ao passo que nos EUA são produzidos cerca de 2.000 por empresa. Mecânica fina depende de equipamentos especializados de produção e testes finais como máquinas-ferramenta com controle numérico (MFCN) e *transfer machines*. Tais equipamentos têm vida curta, não se justificando economicamente sua compra no Brasil. Em termos de teste, os fabricantes americanos de disco geralmente utilizam um sistema de verificação de média que mede a altura de vôo da cabeça magnética do disco. O equipamento não é necessário para produção em si, mas garante a qualidade. Fabricantes brasileiros não utilizam o sistema devido a seu alto custo e baixa escala de produção.

A baixa escala de produção também afeta o preço de compra de componentes-chave. Um fabricante reportou que o custo de um *waffer* (chip para cabeça magnética) para um fabricante independente americano é de US\$ 100 por unidade, enquanto que um produtor brasileiro, adquirindo pequenos lotes, não consegue por menos de US\$ 200. Como cerca de 25% do custo do disco corresponde a cabeças magnéticas, a solução adotada por fabricantes nacionais foi nacionalizar a produção deste componente.

¹² O elevado nível de integração vertical das indústrias infantis de países em desenvolvimento foi analisado por Jorge Katz (1982).

FIGURA 2

TEMPO NECESSÁRIO PARA CHEGAR AO NÍVEL FINAL
DE CONFIABILIDADE (90%) SEM UTILIZAR
EQUIPAMENTO DE TESTE AUTOMATIZADO



Na área de microcomputadores, uma empresa brasileira típica produz uma unidade compatível com o IBM-PC a cada duas horas. A IBM americana, em contrapartida, monta um micro por segundo. Tal diferença, naturalmente, se reflete nos preços. No caso dos PCs, o preço nacional é pelo menos o dobro do americano e a diferença só não é maior porque as empresas brasileiras tiram vantagem de uma estrutura gerencial mais leve, implicando um menor *overhead* unitário.

Na indústria eletrônica, economias de escalas estáticas não têm sido um fator tão importante quanto em outras indústrias de produção em massa. De acordo com O'Connor (1984), isto é resultado, em parte, do baixo grau de padronização de muitos produtos eletrônicos. Empresas pequenas com produtos inovadores ou orientados para nichos específicos têm logrado êxito em entrar no mercado e obter altas taxas de crescimento, apesar das baixas escalas iniciais de produção. Tal fato, no entanto, não ocorre em todos os segmentos da indústria eletrônica. O setor de computadores de grande porte parece oferecer maiores oportunidades para economias de escala, dado o alto grau de concentração observado neste segmento em todo o mundo. Neste caso, as economias de escala se refletem mais nas atividades de P&D (hardware e software) e serviços (documentação, assistência técnica) do que propriamente no processo de fabricação, já que o volume físico de produção de computadores de grande porte é relativamente pequeno. Outro setor onde economias de escala são importantes é a indústria de semicondutores. Aí, a exigência de automação para fins de garantias de qualidade acaba por exigir uma escala mínima de produção para que o empreendimento seja economicamente viável.

No caso dos microcomputadores, as economias de escala ainda não atingiram uma função vital, embora venham crescendo de importância, na medida que cresce o mercado e os produtos se tornam mais padronizados.

2.3. Qualidade Industrial

A qualidade dos produtos de informática é influenciada por quatro fatores principais: confiabilidade do projeto, confiabilidade e durabilidade dos componentes, processo de produção e serviços de assistência técnica. O conceito de qualidade industrial transcende, portanto, a simples questão de controle. Envolve desde a conceituação do produto, de acordo com os níveis de qualidade requeridos pelo mercado, até os serviços pós-venda, como documentação e métodos de manutenção preventiva. No Brasil, a indústria de informática ainda carece de uma cultura voltada para qualidade, embora tenham evoluído muito os investimentos neste sentido.

Os fabricantes voltados para equipamentos profissionais especializados, como, por exemplo, sistemas de automação bancária, geralmente têm uma maior preocupação com qualidade. Dado o universo mercadológico relativamente limitado para esses sistemas no Brasil (cerca de 100 bancos), os fabricantes não podem se dar ao luxo de perder clientes em função de problemas de qualidade.

No entanto, alguns fabricantes de produtos de consumo de massa também utilizam qualidade como elemento competitivo. Tais empresas procuram diferenciar-se dos concorrentes, através de uma imagem de qualidade superior e melhor serviço pós-venda.

O aprimoramento da qualidade passa por um processo que se inicia na escolha e desenvolvimento de fornecedores. Algumas empresas interferem na qualidade dos fornecedores estudando causas e oferecendo soluções. Para isso, contratam consultoria de órgãos técnicos como IPT, FEI e Telebrás. Em muitos casos, os fornecedores estão preparados para atender as exigências de produtores de bens de consumo, mas carecem de qualidade industrial para o mercado de eletrônica profissional. Cabe aos próprios fabricantes de equipamentos estabelecer parâmetros e auxiliar os fornecedores a elevar o padrão de seus produtos.

A qualidade industrial envolve um processo de certificação de qualidade dos componentes, produtos intermediários e finais, através de testes amostrais ou totais. Segundo um fabricante de discos, as especificações do controle de qualidade exigem tanto ou mais engenharia do que o próprio projeto do produto. Tal processo se aperfeiçoa na medida que o produto é testado no mercado e são elaboradas estatísticas de erro. Assim, é possível identificar os níveis de rejeição de itens específicos e trabalhar junto a suas causas.

A estrutura da engenharia de qualidade no organograma das empresas nacionais de informática é bastante variável. Algumas firmas dispõem de uma diretoria de qualidade que abrange atividades de controle e engenharia. A divisão de controle se encarrega de testes, inspeção de placas, recepção de material etc., enquanto que a engenharia define normas técnicas, sistemas estatísticos, pesquisa defeitos, desenvolve soluções (*problem-detection* e *problem-solving*) e define pontos de controle. Outras empresas colocam a divisão de qualidade dentro da diretoria técnica ou industrial, visando integrá-la melhor com atividades de P&D e produção. As firmas entrevistadas estimaram empregar de 15 a 20% da mão-de-obra operacional em atividades relacionadas a controle de qualidade. A tendência, no entanto, é empregar um número crescente em atividades de engenharia de qualidade, em detrimento das operações de teste e controle em si.

Em geral, há um *trade-off* entre custo e qualidade. Um padrão de qualidade mais elevado geralmente implica maiores custos. No entanto, em muitos casos, um melhor gerenciamento de qualidade contribui para reduzir custos, através da economia de materiais e redução nos níveis de rejeição do produto final. Um fabricante reportou que o sistema de qualidade de sua empresa ajudou um fornecedor de gabinetes de polioletrano a reduzir seu preço unitário de 1 para 0,6 ORTN. O fornecedor tinha muitas encomendas e não se preocupava com custos, mas aceitou adotar as medidas sugeridas por seu cliente, no sentido de aprimorar o processo de fabricação.

O processo de produção adotado na empresa tem grande importância para a qualidade do produto. No Japão, os fabricantes de equipamentos eletrônicos lograram reduzir significativamente o índice de erros e falhas no processo de montagem através da introdução dos Circuitos de Controle de Qualidade. Os CCQs consistem em comitês voluntários formados por sete ou oito operários que se reúnem para discutir e analisar dificuldades encontradas no processo de trabalho. Tais dificuldades não são normalmente percebidas pelo setor de engenharia que define os métodos de produção, pois sua conceituação do processo é mais teórica do que prática. Os CCQs têm permitido reduzir substancialmente o custo de controle de qualidade, pois este passa ser exercido não apenas por um grupo de técnicos, mas por todos os trabalhadores. Este fato pode ser ilustrado pela entrevista dada por um dirigente da Fujitsu a uma revista americana.¹³ Ao ser perguntado sobre o número de funcionários empregados por sua empresa em controle de qualidade, o dirigente japonês não hesitou em responder: "Todos."

No Brasil, algumas indústrias de informática vêm tentando introduzir os CCQs, mas os resultados, segundo as principais empresas entrevistadas, têm sido pouco significativos. Isso ocorre porque as relações trabalhistas no Brasil não atingiram o grau de desenvolvimento observado no Japão. Os trabalhadores brasileiros não se sentem tão identificados com os objetivos da empresa quanto os japoneses que, na maioria dos casos, têm estabilidade no emprego. Os próprios sindicatos no Brasil vêm com certa desconfiança a implementação de CCQs, pois temem que os ganhos de produtividade decorrentes sejam incorporados exclusivamente pelos patrões, com risco inclusive de perda de emprego nas fábricas.

Sendo assim, dirigentes de empresas brasileiras acreditam que a implantação dos CCQs deve estar vinculadas a uma política mais ampla de recursos humanos. Sugestões bem-sucedidas devem envolver algum tipo de recompensa ao grupo como, por exemplo, prêmio de viagem de férias. De um modo geral, os empresários são céticos quanto à abrangência da aplicação do conceito de CCQs no Brasil. Acreditam que possam utilizá-lo para resolver problemas de produção mas não para chegarem ao padrão japonês de eliminar atividades de inspeção independente de qualidade.

2.4. Normas Técnicas

A normalização pode ser definida como "o processo de formular e aplicar normas para acesso sistemático a uma atividade específica para o benefício e, com a cooperação de todos os interessados em particular, para a promoção de uma economia ótima, levando em consideração as exigências de condições funcionais de segurança"¹⁴. Os principais objetivos das normas técnicas são reduzir custos, padronizar qualidade e eventualmente proteger os fabricantes nacionais contra uma eventual concorrência estrangeira.

A questão da redução de custos está ligada, principalmente, aos ganhos de escala no fornecimento de componentes. Se um mesmo componente é fornecido a muitos fabricantes, a tendência é que sua produção saia mais barata do que no caso de existirem muitas diferenças de especificações. A nível da empresa montadora, a administração de estoques é simplificada com a padronização, permitindo redução no capital de giro empatado.

A criação de padrões na informática é apontada como forma de proteger os fornecedores locais contra a concorrência estrangeira, principalmente após o período fixado para a reserva de mercado. "Se as normas técnicas locais forem as mesmas dos países industrializados, as empresas estrangeiras teriam maiores facilidades de penetração no mercado brasileiro, aproveitando os investimentos já realizados pelas matrizes em atividades de P&D e métodos de produção

¹³ Electronics.

¹⁴ Dorgival da Silva Brandão Júnior; *Normalização e Qualidade Industrial na Área de Informática*. Palestra apresentada no Seminário de Normalização Técnica e Qualidade Industrial em Informática. Rio, novembro, 1985.

industrial. Caso haja normas específicas brasileiras, este quadro pode alterar-se, pois as adaptações ao mercado local representarão investimentos adicionais que deixarão os novos fornecedores em desvantagem frente às empresas nacionais, há mais tempo estabelecidas no mercado."¹⁵

A utilização de padrões técnicos como barreira protecionista não tarifária é amplamente adotada por países desenvolvidos. Nos Estados Unidos, por exemplo, vigoram rígidos padrões de qualidade e segurança em indústrias como a automobilística e a aeronáutica, que praticamente excluem do mercado fabricantes estrangeiros que não alterem substancialmente o projeto original de seus produtos de forma a adequarem às normas locais.

As normas técnicas visam, por fim, padronizar a qualidade dos equipamentos de forma a garantir ao usuário um nível mínimo de qualidade, durabilidade e segurança.

No Brasil, as necessidades e vantagens da padronização na informática vêm sendo debatidas desde 1978 com a criação do Comitê Brasileiro de Computadores e Processamento de Dados (CB-21), no âmbito da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, instituição civil sem fins lucrativos que agrupa fabricantes, usuários e entidades governamentais. No entanto, só a partir de 1983 o CB-21 ganhou maior desenvoltura, com a assinatura de um convênio entre ABNT, SEI, SERPRO e STI. Através deste convênio, o SERPRO comprometeu-se a fornecer a infra-estrutura para funcionamento do CB-21, enquanto que a SEI e a STI prestariam auxílio financeiro. A ABNT, por sua vez, através do CB-21 comprometeu-se a elaborar um Plano Quadrienal de Normalização em Informática com cinco áreas de atuação distintas: automação, teleinformática, hardware, software e instrumentação.

Até o final de 1985, o CB-21 tinha implantado seis comissões de estudos que desenvolviam 17 projetos diferentes. As comissões e seus principais projetos são: automação de serviços (código de produtos e embalagens, inclusive para permitir o uso de código de barras); redes de longa distância (tradução/adaptação da norma ISO - Internacional Standard Organization); comunicações interbancárias; comunicação homem-máquina (código brasileiro para intercâmbio de informações); impressoras e portabilidade de dados e programas (fitas magnéticas).

As comissões de estudo são formadas por empresas fabricantes e usuários de processamento de dados que discutem a viabilidade de introdução de normas obrigatórias ou não para determinados produtos, protocolos ou procedimentos. Os resultados são encaminhados à ABNT para votação e, caso aprovados, são remetidos ao INMETRO para que sejam adotadas as providências necessárias a sua tradução em NRB e enquadramento dentro dos níveis obrigatórios; preferencial para entidades públicas; facultativo e temporário.

Os resultados alcançados até o momento são pouco significativos. A área de computação tem sido historicamente pouco afeita a padronização, apesar dos esforços realizados por órgãos internacionais - notadamente a ISO e o CCITT e governos nacionais.¹⁶ Alguns fabricantes alegam que normas obrigatórias provocam "inibição de criatividade" e "desaceleração das inovações tecnológicas". No entanto, a raiz da resistência ao estabelecimento de normas "legais" está na competição monopolista para o estabelecimento de normas "de fato",

Um exemplo desta disputa ocorre hoje no Brasil na área de comunicação homem-máquina. A comissão da ABNT que estuda o assunto, representada por 70 técnicos das mais diversas áreas de interesse, aprovou por unanimidade o Código Brasileiro para Intercâmbio de Informações (BRASCII), que estabelece que o diálogo homem-máquina deve ser feito em língua portuguesa. O código é baseado nas normas da ISO e é compatível com o ASCII (American Standard Coding for Interchange Information), tendo recebido apenas uma extensão, o 8 bits, para

¹⁵ *Informática Hoje*, 26 de novembro, 1985, p. 5.

¹⁶ CB-21 Informativo - nº 3 Set/Out 1985.

permitir o uso de acentos e caracteres próprios da língua portuguesa. Segundo Manoellito de Azevedo Ferreira do SERPRO,¹⁷ a adoção desde o início do modelo OSI (Open System Interconnection) e normas ISO como referencial de base permitiria tirar proveito das experiências adquiridas pela comunidade internacional ao longo do oneroso processo de normalização.

No entanto, a IBM criticou duramente a hipótese de o Código Brasileiro de Intercâmbio de Informações ser considerado de uso obrigatório no Brasil. A empresa alega que o projeto da ISO não foi suficientemente testado ou aceito na área internacional. A oposição da IBM deve-se, na realidade, ao fato de a empresa dispor de arquitetura de rede própria já estabelecida. Assim, considera a implantação obrigatória de padrões internacionais ou locais como ameaça ao poder monopolista que goza por dispor de padrão próprio de rede de ampla aceitação. Ao adotar uma norma obrigatória, a IBM estaria permitindo que equipamentos de outros fabricantes tivessem acesso a seus próprios sistemas, perdendo assim a condição monopolista.

No Brasil, a decisão sobre como enquadrar o BRASCII, ou seja, se será obrigatório junto ao setor público, facultativo ou experimental, será tomada por um colegiado formado por representantes da SEI, Cobra, Serpro, Minicom, Itamaraty e da própria ABNT. Apesar do amplo interesse dos usuários em disporem de equipamentos padronizados que aceitem caracteres em língua portuguesa, é possível que a norma seja enquadrada como facultativa, por força do lobby da IBM e seus associados. Isso implicaria, na realidade, a manutenção do padrão IBM como norma de fato na indústria brasileira.

A estrutura concentrada da indústria internacional de informática, assim como seu dinamismo tecnológico, contribui para o estabelecimento generalizado de padrões de fato, em detrimento de normas legais. Isso ocorre em sistemas operacionais (por exemplo, UNIX, MSDOS), protocolos de comunicação, quantidade de bits por palavra etc., onde o sucesso comercial de um equipamento torna suas características um padrão para o resto da indústria. Geralmente as normas são implementadas apenas quando exigidas por grandes usuários como a NASA ou o Departamento de Defesa dos Estados Unidos, ou quando são tornadas obrigatórias por determinados países.

No Brasil, ainda não existe nenhuma norma nacional implementada na área de informática. As empresas tampouco usam indiscriminadamente normas internacionais, pois isso implicaria um aumento de custos estimados por um fabricante em pelo menos 10%. Sendo assim, busca-se estabelecer padrões e normas internas nas empresas dependendo do uso do produto (profissional ou não) e seu destino (mercado local ou exportação). As exportações para os Estados Unidos, por exemplo, exigem certificação junto ao Underwriters Laboratories Inc (UL). Isso requer custos adicionais que muitos fabricantes estrangeiros consideram forma indireta de protecionismo.

Apesar das dificuldades, a introdução de normas e padrões brasileiros na informática pode contribuir muito para a melhoria da qualidade, segurança e compatibilidade dos equipamentos nacionais, caso sejam adotadas, visando beneficiar usuários e a indústria como um todo, e não apenas fabricantes já instalados. Da forma como está, não há garantias quanto à qualidade de um produto, a não ser a fornecida pelo próprio fabricante. Além disso, o parque de computadores tende a permanecer uma "Torre de Babel" onde computadores não conseguem se comunicar entre si, a não ser através de complicados e dispendiosos dispositivos e protocolos especiais.

¹⁷ Parecer Técnico - O Caminho da Padronização. CB-21 Informativo ano 1, nº 3 Set/Out 1985.

CAPÍTULO 6

Desafios Competitivos na Indústria Nacional

1. ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS EM UMA INDÚSTRIA EMERGENTE

A indústria de computadores apresenta características estruturais típicas de uma indústria emergente. Embora determinados segmentos do mercado, como por exemplo computadores mainframes, já estejam em fase madura de desenvolvimento, a maioria dos equipamentos de PD estão sujeitos a rápidas mudanças tecnológicas, variações nos custos relativos de produção, surgimento de novas necessidades dos usuários e outras mudanças econômicas e sociológicas que caracterizam uma indústria emergente.

Segundo Porter (1980), "a característica essencial de uma indústria emergente, do ponto de vista da formulação de estratégias, é que não há regras definidas". A ausência de regras é ao mesmo tempo um risco e uma fonte de oportunidades para empresas inovadoras. Empresas adotam estratégias diferenciadas em relação à tecnologia, produtos, *marketing* e serviços e geralmente têm poucas informações com relação aos concorrentes, características dos usuários e estrutura da indústria.

A evolução recente da indústria internacional de equipamentos de PD, descrita no Capítulo I, mostra que, apesar de emergente, o setor começa a apresentar sinais de transição para uma fase de maturidade. Os usuários ainda estão na expectativa de inovações, mas já sabem definir melhor suas necessidades de equipamentos e programas. Não se trata mais de vender para "usuários de primeira viagem" mas sim para empresas com experiência prévia no uso de computadores. A estrutura industrial também começa a se definir melhor, com domínio crescente da IBM e a consolidação de fabricantes especializados tais como a Hewlett-Packard e DEC.

O processo de transição de uma indústria emergente para uma indústria madura tem importantes implicações para a definição de estratégias. A competição geralmente muda para enfatizar mais os custos e serviços aos clientes. A simples inovação seduz menos os usuários do que bom preço, assistência técnica e ampla disponibilidade de software. A preocupação tecnológica dos fabricantes começa a se deslocar do projeto do produto para o processo de produção. Isso implica investimentos em automação e modificações nos produtos de forma a simplificar o processo de montagem. A competição assume um caráter mais internacional implicando uma maior necessidade de capital e organização da produção.

No Brasil, os sinais de maturidade são menos visíveis devido a duas causas principais: primeiro, a condição de país periférico, menos desenvolvido economicamente, implica um certo *gap* tecnológico. Embora no caso da indústria de computadores o *gap* seja relativamente pequeno (de um a três anos, dependendo do produto), existem diferenças no grau de maturidade dos equipamentos no mercado e no estágio de difusão da nova tecnologia junto aos usuários. Os consumidores brasileiros têm menos experiência com informática e, portanto, são menos exigentes com relação aos serviços pós-venda. Em segundo lugar, a política de reserva de mercado protege a indústria contra um amadurecimento precoce por força do processo de concentração industrial. A exclusão de empresas multinacionais maduras dá oportunidade a firmas nacionais entrarem no mercado e superarem gradativamente as barreiras iniciais tais como aprendizado tecnológico, estruturação dos serviços de *marketing*, assistência técnica e desenvolvimento da infra-estrutura ou tecido industrial local. A habilidade dos fabricantes nacionais de computadores em superarem estas barreiras iniciais pode ser demonstrada pela rápida redução de custos obtidas em quase todos os

segmentos do mercado. A indústria caminha para uma maior maturidade dentro de um ambiente competitivo mais compatível com a realidade econômica, tecnológica e mercadológica local.

A reserva de mercado é, contudo, um instrumento político temporário, devendo, de acordo com a Lei de Informática votada pelo Congresso Nacional em novembro de 1984, se estender pelo prazo de oito anos. A lei teve amplo apoio público, a nível político, empresarial e profissional. Sendo assim, apesar de existirem pressões para sua alteração antes de 1992, o cenário mais provável é de manutenção dos princípios gerais da lei dentro do prazo previsto. Isso não quer dizer que não surjam brechas na reserva de mercado, como consequência de mudanças tecnológicas radicais que alterem as barreiras hoje existentes entre pequenos e grandes computadores ou mesmo em função da forma de implementação e regulamentação da lei. Mas, o leque de interesses nacionais envolvidos na política, assim como o poder de mobilização dos agentes nacionais contra eventuais mudanças de rumo em suas diretrizes básicas, é suficientemente amplo para assegurar seu cumprimento no prazo estabelecido.

Mas o que deve ocorrer com a política de reserva de mercado após seu prazo de vigência? Haveria condições políticas para uma prorrogação nos moldes atuais ou ela terá que passar por revisões profundas de conteúdo? Esta questão, colocada diretamente a 10 dirigentes de empresas do setor, teve uma resposta clara: o cenário mais provável é realmente de mudanças na forma e conteúdo de proteção oferecida às empresas nacionais. Embora os empresários nacionais tenham interesse em preservar a política atual e se disponham a lutar por sua manutenção, existe um certo ceticismo quanto ao sucesso desta proposta.

A percepção dos empresários quanto à transitoriedade da política de reserva de mercado tem uma importante influência sobre a formulação de estratégias competitivas. Mas, nem todas as empresas têm condições de formular estratégias claras para o futuro. As empresas pequenas, orientadas para nichos de mercado, geralmente trabalham dentro de um horizonte temporal de curto prazo. Nestas firmas, a pressão para desenvolver o mercado ou produzir equipamentos para atender a demanda existente é tão grande que os problemas são enfrentados empiricamente na medida que vão surgindo e não como resultado de uma análise das condições futuras. As empresas maiores por sua vez, já conseguem definir melhor uma estratégia orientada a enfrentar uma possível mudança na política governamental no início da próxima década. Neste grupo, estão incluídas, naturalmente, as empresas multinacionais que atuam direta ou indiretamente no mercado brasileiro.

Passaremos agora à análise das estratégias competitivas prováveis a serem adotadas pelas empresas do setor na segunda metade dos anos 80, segundo três grupos principais: multinacionais, nacionais orientadas para nichos e, finalmente, as empresas nacionais de maior porte, que buscam a liderança do mercado.

2. CENÁRIO COMPETITIVO ATÉ 1992: ESTRATÉGIAS PROVÁVEIS DAS MULTINACIONAIS, CONGLOMERADOS NACIONAIS E EMPRESAS INDEPENDENTES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE.

2.1. Empresas Multinacionais

Conforme vimos no Capítulo IV, as empresas multinacionais de informática que atuam no Brasil ficaram circunscritas, por força da reserva de mercado, ao segmento de sistemas de grande porte. Apesar de representarem cerca de metade do valor do mercado nacional, os mainframes vêm perdendo gradativamente terreno para os microcomputadores: enquanto que a taxa de crescimento dos primeiros é em média 7% ao ano, o mercado dos computadores de pequeno porte no Brasil vem evoluindo a uma taxa anual de 35%.

O interesse das empresas estrangeiras em participar do mercado brasileiro de microcomputadores não se dá apenas em função do crescimento da demanda. As

tendências tecnológicas descritas no Capítulo II apontam no sentido de integrar grandes e pequenos computadores em redes de dados. Assim, a empresa que oferecer toda uma família de produtos passíveis de integração em redes adquire naturalmente uma importante vantagem competitiva sobre os concorrentes. Da mesma forma, a venda de computadores de pequeno porte abre caminho para a colocação de mainframes, à medida que os usuários aumentam suas necessidades computacionais.

A IBM do Brasil, empresa que detém cerca de 70% do mercado nacional de computadores de grande porte buscou, durante vários anos, obter permissão para montar seus microcomputadores no país. Uma estratégia tentada pela empresa foi dotar seus terminais de vídeo fabricados no Brasil de "Inteligência", de forma que pudessem operar na modalidade *stand-alone*, ou seja, independentemente do computador central. A SEI não aprovou este projeto por entender que seria uma forma de burlar a reserva de mercado de microcomputadores para empresas nacionais.

Neste período, a exemplo do que ocorre em todo o mundo, surgiram no Brasil diversos fabricantes de micros compatíveis com o IBM-PC. Tais equipamentos não só rodam o software IBM como também são passíveis de interligação a seus computadores de grande porte.

Convencida da impossibilidade de atuar diretamente no mercado brasileiro de micros, pelo menos até o final do prazo previsto pela reserva de mercado, a IBM formulou em 1985 uma nova estratégia de negócios para o Brasil. O pressuposto básico desta estratégia consiste em buscar maior aproximação com os fabricantes nacionais de equipamentos compatíveis de forma a marcar presença em todos os segmentos do mercado local.

A nova estratégia foi anunciada na Feira de Informática 85, onde a IBM abriu seu *stand* às empresas brasileiras de informáticas que quisessem apresentar seus produtos ligados a um mainframe 4381 e a outros equipamentos. Atraídos por esta nova oportunidade, diversos fabricantes nacionais de PCs, impressoras seriais, terminais de vídeo monocromáticos e coloridos ou outros tipos de estações de trabalho que permitam ligação ao ambiente IBM, expuseram seus produtos no *stand* da multinacional. A IBM deixou claro que o convite não implicava aprovação, aceitação, recomendação ou homologação de quaisquer produtos e/ou tecnologias das empresas convidadas,¹ mas apenas na comprovação da existência de compatibilidade.

A IBM revelou também seu interesse em aumentar o leque de negócios com fabricantes brasileiros, seja através de cooperação técnica ou aquisição de produtos ou peças locais para exportação. Para isso, montou no Brasil um International Procurement Office (IPO) com objetivo de desenvolver fornecedores para outras filiais da IBM no exterior.

A estratégia da IBM foi definida em função da falta de alternativa deixada pela política de reserva de mercado, pois a tendência natural da empresa é de não fazer acordo com outras firmas do setor. Mas a IBM espera tirar vantagens importantes a médio e longo prazo, da difusão de equipamentos compatíveis no Brasil.

A médio prazo, a difusão de IBM-PC compatíveis abre mercado para venda de uma ampla gama de software já desenvolvido pela empresa no exterior. Conforme vimos anteriormente, o software representa potencialmente um mercado maior que o próprio hardware. Mas a empresa aguarda ainda uma maior definição da lei de software que atualmente tramita na SEI, INPI e Congresso Nacional para melhor definir sua atuação neste mercado. Outra oportunidade a médio prazo é que a difusão dos PCs aumenta a demanda por CPUs IBM. Isso vem ocorrendo também nos Estados Unidos.

A longo prazo, a empresa só tem a ganhar com a adoção de um padrão IBM no Brasil. Caso a reserva de mercado venha a ser extinta, a multinacional terá um

¹ *Informática Hoje*, p. 12, 24 set. 85.

mercado definido e treinado no uso de equipamentos IBM compatíveis. Considerando as vantagens competitivas da empresa frente a seus competidores nacionais – prestígio da marca, financiamento ao cliente, assistência técnica e capacidade de inovação – não seria difícil obter o quase monopólio do mercado nacional em poucos anos de atuação.

Outras empresas líderes do mercado internacional como a DEC e Data General também redefiniram recentemente suas estratégias para o Brasil. Na década de 70, ambas as empresas recusaram vender sua tecnologia de minicomputadores para a Cobra sem uma participação efetiva no capital ou no controle técnico do empreendimento.² Isso limitou a atuação destas empresas no mercado brasileiro a simples importação de produtos fabricados nos Estados Unidos. Dado o controle caso a caso a que estão sujeitas as importações de equipamentos de PD no Brasil, tal estratégia se revelou muito limitada diante do potencial do mercado local.

Em 1984, as duas empresas alteraram suas estratégias ao aceitar licenciar tecnologia para fabricação de supermínis a firmas nacionais. As vantagens desta nova estratégia vão além do simples recebimento de *royalties*. A exemplo do que foi descrito para a IBM, a difusão de equipamentos que utilizam tecnologia Data General e DEC abre mercado para o software comercializado diretamente pelas multinacionais e eventualmente para hardware, caso haja modificação na política de reserva de mercado. No caso da Data General, os investimentos em desenvolvimento de software já representam 60% dos gastos totais em P&D. Isso indica que o software é encarado pela empresa como produto de maior potencial que os próprios equipamentos em si.

A estratégia das empresas multinacionais no mercado brasileiro de informática para os próximos anos consistem, portanto, em ampliar a venda de software e garantir a difusão de sua tecnologia na faixa reservada a empresas nacionais. Caso a política venha a mudar, a tendência mais provável das empresas menores seria de entrar em joint-ventures com seus licenciados locais. A IBM, por sua vez, é particularmente avessa a qualquer tipo de joint-venture no mercado de computadores. A empresa se retirou da Índia e Nigéria para não cumprir exigências governamentais de participação acionária local nas subsidiárias. Sua estratégia mais provável no Brasil, após o período de vigência da Lei da Informática, seria tentar obter maior liberdade de ação no país, principalmente no mercado de equipamentos de pequeno porte. A consequência desta liberação para as empresas nacionais fabricantes de equipamentos IBM-compatíveis seria a pior possível. Mas isso será discutido adiante com maior detalhe.

2.2. Conglomerados Eletrônicos e Grandes Empresas Nacionais

A indústria nacional de informática ainda não permite identificar claramente as empresas líderes em todos segmentos de mercado. Como indústria emergente, a informática no Brasil está submetida a intenso processo concorrencial caracterizado pela contínua entrada de novas firmas no mercado. Em consequência, observa-se um processo de "desconcentração" no segmento protegido pela reserva de mercado. Conforme foi visto no Quadro 4 do Capítulo IV, as cinco maiores empresas nacionais reduziram sua participação relativa no faturamento total da indústria de 88,8% em 1979 para 47,4% em 1985.

Apesar de não haver lideranças claramente definidas, um conjunto de empresas emerge como prováveis líderes da indústria informática nacional graças a nítidas vantagens competitivas sobre concorrentes. Tais vantagens incluem vínculos com grandes grupos empresariais, acesso privilegiado a determinados mercados, capacidade técnica superior, acesso a recursos financeiros, integração a outras empresas do complexo eletrônico permitindo economias de escala e escopo, maior capacitação em *marketing* e acesso privilegiado a fontes externas de tecnologia. Empresas que usufruem destas vantagens lograram alcançar um ritmo de crescimento que permite serem classificados como "grandes" no contexto brasileiro. Com base nos dados apresentados no Quadro 2 do Capítulo IV,

² Ver Tigre, P.B. (1984) para maiores detalhes.

identificamos empresas grandes como aquelas que dispunham de mais de 1.000 empregados, faturamento superior a Cz\$ 200 milhões em 1985, ou que usufruíam da maioria das vantagens competitivas descritas acima. No Brasil este grupo é constituído de não mais de quatro ou cinco empresas.

As entrevistas realizadas com dirigentes das grandes firmas nacionais de informática revelaram existir coincidências em termos de objetivos básicos, indicando haver um padrão definido para este grupo de empresas. A principal diretriz fixada para os próximos cinco anos é crescer muito, ocupando todos os espaços possíveis, de forma a se preparar para o eventual fim da reserva de mercado no início dos anos 90. Nesta época, as empresas planejam contar com grande capacidade industrial e ampla base instalada, recursos considerados suficientes para sua sobrevivência a longo prazo.

O objetivo de rápido crescimento perseguido pelas grandes empresas está baseada em estratégias bem definidas de diversificação, redução de custos, aumento de qualidade, serviços aos clientes e intensificação de P&D em áreas específicas.

A diversificação é uma estratégia perseguida por três das quatro maiores empresas do setor. Conforme foi mostrado no Quadro 3 do Capítulo IV, o grupo Sharp é o mais diversificado, atuando em todos os cinco segmentos principais do complexo eletrônico. Os grupos Docas e Itaú também são diversificados, deixando de atuar apenas no setor de eletrônica de consumo. Os três grupos formam assim um embrião dos conglomerados eletrônicos que podem vir a dominar a indústria brasileira de informática na próxima década.

O desenvolvimento da microeletrônica criou uma base técnica comum para setores considerados independentes, como informática, telecomunicações e alguns tipos de bens de consumo duráveis. Sendo assim, a produção deste equipamento passou a depender de recursos técnicos e industriais semelhantes. A produção de microcomputadores, PABXs ou televisores digitais, por exemplo, passaram a ter etapas comuns de projeto e fabricação e a depender essencialmente do mesmo tipo de capacitação técnica para serem projetados. Assim, a empresa que atuar nos vários segmentos do complexo eletrônico pode ganhar importantes economias de escopo em atividades como montagem de placas e monitores de vídeo, P&D, testes automáticos e em outras atividades necessárias a sua produção e comercialização. A integração vertical e economias de escala podem ter importante papel no caso brasileiro, onde as reduzidas dimensões do mercado local colocam as empresas em desvantagem frente ao exterior.

Outra vantagem da diversificação é evitar as oscilações conjunturais a que estão sujeitos os mercados do "complexo eletrônico". A dinâmica do mercado de consumo, informática e comunicações está influenciada por fatores distintos, tais como taxa de juros, propensão ao consumo e investimento público e privado. Sendo assim, uma eventual retração no mercado de televisores pode ser acompanhada de aumento na demanda de computadores, de forma que empresas integradas em um conglomerado eletrônico possam realocar seus recursos produtivos e garantir a estabilidade das operações.

A organização de empresas em forma de conglomerado também facilita a entrada do grupo em setores de maior risco. Na Coréia, onde predomina esta forma de organização industrial, o grupo Samsung decidiu investir pesadamente na produção de chips avançados de 256 K. O empreendimento era de alto risco e de longo prazo de maturação, pois competia com grandes empresas japonesas e americanas no mercado internacional. Inaugurada em 1984, a nova fábrica de chips vem acumulando prejuízos, pois enfrenta *dumping* por parte de fabricantes estabelecidos. Mas o grupo Samsung é grande o suficiente para suportar prejuízos agora, pois sabe que a capacitação tecnológica em microeletrônica avançada será fundamental para a sobrevivência das demais empresas eletrônicas do grupo na próxima década.

A consolidação de empresas líderes nos segmentos principais do mercado brasileiro de informática dependerá da capacidade destas firmas de produzirem em

massa a custos, qualidade e serviços compatíveis com as necessidades do mercado. O mercado de microcomputadores, por exemplo, é disputado por cerca de 50 empresas. Com a crescente padronização tecnológica "de fato" a partir dos modelos compatíveis com IBM, a diferenciação do produto perdeu importância relativa para qualidade e preço como elemento competitivo. Os usuários profissionais geralmente selecionam seus fornecedores, com base na comprovação da compatibilidade com a ampla gama de software disponível para o PC. A partir daí, os fatores preços e serviços são considerados mais decisivos do que eventuais características técnicas adicionais que o equipamento possa conter.

As grandes empresas procuram ganhar reputação de bons serviços aos clientes através de investimentos em manutenção, suporte e software aplicativo. Várias empresas reportaram a carência de bons profissionais de manutenção no mercado, dada a grande demanda existente. Com relação à redução de custos, a estratégia é aumentar o *market share* com objetivo de atingir níveis de produção que permitam a geração de economias de escala. Há plena consciência entre os dirigentes entrevistados de que existe uma excessiva pulverização do mercado nesta fase inicial da indústria. A tendência para o futuro seria maior concentração e os sobreviventes prováveis serão aqueles que primeiro atingirem a grandes volumes de produção.

Os incipientes conglomerados nacionais que atuam no mercado de micros ainda não conseguiram obter a liderança do mercado. No caso dos IBM-compatíveis, empresas como SID, Itautec entraram tarde no mercado adotando uma estratégia marcadamente defensiva de esperar uma melhor definição do mercado em favor deste produto para então iniciar sua produção. No entanto, elas estão em condições de recuperarem o tempo perdido e assumirem a liderança no futuro próximo a partir da exploração de suas vantagens competitivas em *marketing* e recursos financeiros. Além de estarem vinculadas a grupos econômicos fortes, os conglomerados têm tido um sucesso extraordinário na captação de recursos permanentes através do lançamento público de ações. A baixa rentabilidade de algumas dessas empresas não afetou a grande valorização dos papéis e a intensa disputa pelos novos lançamentos. Os incentivos fiscais, introduzidos no início de 1986 pelo PLANIN, permitem o abatimento de 1% do imposto de renda devido por pessoas jurídicas na compra de ações de empresas nacionais de informática de capital aberto. Os conglomerados eletrônicos, em particular, situam-se em posição privilegiada para captar a estes recursos e, assim, financiar seu crescimento.

As grandes empresas nacionais de informática não teriam atualmente condições de sobreviver caso a reserva de mercado viesse a ser suspensa. No entanto, elas dependerão menos da proteção em futuro próximo, na medida em que alcancem uma dimensão de operações mais compatíveis com o padrão internacional. Uma mudança nas regras do jogo provavelmente as conduziriam a buscar parceiros estrangeiros para garantir uma atualização tecnológica mais rápida em determinadas linhas de produto e também para abrir canais de comercialização no exterior. A formação de joint-ventures com grandes empresas estrangeiras apresenta hoje o risco de as firmas locais ficarem satelizadas e perderem o controle tecnológico do empreendimento. No entanto, o fortalecimento das grandes empresas nacionais de informática nos próximos anos poderá dar margem a vínculos mais equilibrados onde o fluxo de tecnologia se dê nos dois sentidos.

As possibilidades de sucesso dos conglomerados eletrônicos nacionais, em um quadro de maior exposição à concorrência internacional, podem ter importantes implicações políticas. À medida que tais empresas se sintam seguras suficientes para prescindir de determinados instrumentos protecionistas e queiram participar de joint-ventures com empresas estrangeiras no Brasil, elas deixariam de dar o apoio que vêm prestando à política de reserva de mercado. Atualmente, é difícil separar os objetivos das grandes e médias empresas, pois suas dimensões relativas não são suficientemente diferenciadas para tal. No entanto, a dicotomização da indústria nacional, entre grandes conglomerados de um lado e empresas independentes de porte médio do outro, pode levar a uma ruptura no sentimento de identidade política que vigora atualmente.

Empresas Independentes de Pequeno e Médio Porte

As empresas independentes têm um grande peso relativo na indústria brasileira de informática. Atualmente, existem 203 empresas nacionais registradas na SEI como fabricantes de equipamentos, às quais podem ser acrescentadas 1200 empresas de software e serviços e 15 mil centros de processamento de dados.

Algumas empresas como Scopus, Digirede e Prológica nasceram pequenas e com pouco capital mas experimentavam um intenso ritmo de crescimento baseado na reinversão de lucros. Tais empresas contam hoje com mais de 1.000 empregados cada uma e um nível de faturamento que as permitiria classificar como de grande porte no contexto brasileiro. No entanto, suas estratégias competitivas não se diferenciam muito de outras empresas independentes de menor porte que atuam no mercado brasileiro, dadas as características de "indústria emergente" que vigoram atualmente.

Nos países avançados, as empresas de informática de pequeno e médio porte geralmente não participam da corrente principal do mercado. Elas se dedicam principalmente à montagem de computadores e sistemas orientados para nichos de mercado não atendidos pela produção em massa. A produção de equipamentos padronizados como periféricos tem-se tornado cada vez mais intensiva em capital, em função das tendências à grande escala de produção que requer elevados investimentos em automação.³ Assim, a produção de unidades de disco flexível, impressoras e semicondutores é geralmente realizada por grandes empresas especializadas.

No Brasil, a política de reserva de mercado abre possibilidades mais amplas para empresas de pequeno e médio porte, pelo menos em uma etapa inicial. Mas as perspectivas para a próxima década são de crescente concentração da produção de hardware padronizado em grandes empresas. Em consequência, a estratégia mestra das empresas de médio porte no Brasil deverá ser orientada para os nichos. Em geral, a vantagem comparativa destas empresas é baseada em sua capacidade de projeto e não em processo de produção. Elas aproveitam as oportunidades apresentadas pelo lançamento de novos componentes no mercado internacional para desenvolverem equipamentos adaptados às condições locais.

Outra estratégia seguida por empresas brasileiras de pequeno e médio porte é de reproduzirem rapidamente inovações surgidas no exterior através da engenharia reversa. A Unitron, por exemplo, empresa de médio porte (100 empregados) fabricante de equipamentos compatíveis com a linha Apple II, anunciou em 1985 uma versão nacional do micro Macintosh, menos de um ano após o lançamento da Apple Inc. nos Estados Unidos. Outras empresas têm logrado êxito em lançar rapidamente cópias das novas versões do micro IBM-PC (XT, AT) antes que as firmas maiores decidam fazê-lo. Assim, gozam de um período de monopólio que, embora curto, é suficiente para garantir o retorno do investimento realizado.

A política brasileira de informática permite que empresas de médio porte participem de segmentos técnica e comercialmente difíceis do mercado, tais como periféricos e superminicomputadores. A entrada nestes mercados geralmente se dá via contratos de licenciamento com empresas estrangeiras. Os custos de produção estão geralmente muito acima do mercado internacional,⁴ pois as empresas operam em escala subótima. No entanto, conseguem sobreviver graças à reserva de mercado que elimina a competição direta com firmas multinacionais.

Cabe lembrar que a produção de periféricos no Brasil seria mais cara que no exterior, mesmo na hipótese de fabricação local por firma multinacional, dada a baixa escala de produção permitida pelas dimensões do mercado. A Coréia

³ Ashoka Mody (1985).

⁴ De acordo com Perine, L. (1985) e Piragibe, C. (1984), os preços de unidades de disco flexível e impressoras para microcomputadores fabricados no Brasil são de duas a quatro vezes mais caros que os similares produzidos nos EUA.

desistiu recentemente de produzir unidades de disco flexível, já que os altos custos da produção local prejudicava as exportações de microcomputadores. A produção deste periférico está-se concentrando cada vez mais no Japão, onde fábricas automatizadas produzem em larga escala para o mundo inteiro. Conforme vimos anteriormente, a própria IBM adquire no Japão as unidades de disquete utilizadas no PC.

As empresas de pequeno e médio porte cumprem um importante papel na indústria brasileira de informática. Elas contam, em geral, com capacidade técnica para lançar produtos adequados ao mercado local e reduzir a extensão do *gap* tecnológico com o exterior. Nos Estados Unidos, conforme foi mostrado no primeiro capítulo, as empresas independentes vêm sendo rapidamente excluídas do mercado de microcomputadores devido ao crescente domínio da IBM. No Brasil, ao contrário, a reserva de mercado de micros a empresas genuinamente nacionais, garante sobrevivência de empresas médias e pequenas. Embora os conglomerados nacionais tendam a ganhar maior participação relativa no mercado de micros padronizados, as pequenas empresas dispõem de flexibilidade suficiente para sobreviver. Algumas empresas produzem apenas 10 ou 20 unidades/mês, mas conseguem competir em preço graças a uma estrutura administrativa leve que acrescenta pouco aos custos diretos de produção. A comercialização é geralmente feita por pequenos distribuidores independentes que garantem o funcionamento dos equipamentos junto aos clientes. Assim, as empresas conseguem sobreviver a crises e a concorrência de empresas locais de maior porte.

O fim da reserva de mercado seria um golpe extremamente rude para as empresas nacionais de pequeno e médio porte. Algumas empresas independentes como a Scopus e Digirede poderiam sobreviver, pois dispõem de ampla capacidade técnica para atuar em nichos até mesmo no exterior.⁵ A grande maioria, no entanto, não conseguiria competir com as grandes multinacionais e seria excluída do mercado, a exemplo do que ocorre nos Estados Unidos.

A estratégia de joint-ventures sugerida como resposta provável das grandes empresas nacionais a uma eventual eliminação da reserva de mercado não constitui uma alternativa às empresas de pequeno e médio porte. Isso se dá por dois motivos principais. Primeiro, o pequeno parque instalado destas empresas não constitui um ativo significativo para negociar com os possíveis sócios estrangeiros. Segundo, porque não haveria, de qualquer forma, sócios estrangeiros para todos. A abertura do mercado brasileiro de micros para joint-ventures dificilmente atrairia um grande número de empresas estrangeiras. Apenas as empresas líderes se arriscariam a investir em um mercado competitivo, sujeito aos rigores da competição internacional. Em consequência, não haveria sócios suficientes para todas as empresas nacionais, fato que aumentaria significativamente o poder de barganha das multinacionais. No Brasil, existem mais de uma dúzia de fabricantes de micros compatíveis com a linha Apple. Caso a empresa americana decidisse entrar no Brasil através de joint-venture com um desses fabricantes estabelecidos, haveria um autêntico leilão, já que as não escolhidas ficariam em situação competitiva extremamente difícil.

Caso seja mantida a proteção, haveria maiores oportunidades para atuação em nichos, mesmo no caso de fortalecimento dos conglomerados nacionais. Mas o problema dos nichos de mercado é que eles não existem para sempre. Segundo O'Connor (1984), os nichos desaparecem ou crescem em mercados de massa. No último caso, surgem dificuldades crescentes em relação aos recursos técnicos e financeiros necessários para a produção em larga escala. Além disso, o crescimento do mercado atrai grandes empresas, de forma que as condições competitivas se tornam mais difíceis.

⁵ A Digirede obteve, ao final de 1985, permissão do governo argentino para estabelecer uma joint-venture com um grupo local para produzir sistemas de automação bancária em competição direta com grandes empresas multinacionais.

CAPÍTULO 7

Resumo e Conclusão

1. SUMÁRIO DAS TENDÊNCIAS INTERNACIONAIS DA INDÚSTRIA E TECNOLOGIA DA INFORMÁTICA

A indústria mundial de computadores apresenta duas tendências paradoxais: por um lado, o crescimento e fragmentação do mercado cria oportunidade para entrada de novas firmas em segmentos especializados (nichos). Por outro, a indústria começa a sofrer um processo de concentração sob a liderança da IBM.

As empresas não líderes encontram-se em condições competitivas extremamente duras. Os fabricantes de mainframes perdem rapidamente sua participação no mercado para a IBM. De 1975 a 1984, as cinco grandes empresas americanas no mercado de mainframes que compõem o chamado "BUNCH" (Burroughs, Univac/Sperry, NCR, Control Data e Honeywell) reduziram sua participação relativa no mercado americano de 38% para apenas 19%. Na Europa, os fabricantes de grandes computadores como a ICL (Inglaterra) e Bull (França) também perdem rapidamente as posições conquistadas no mercado local para a IBM. A Fujitsu talvez seja a única grande empresa que consegue manter ou até mesmo expandir sua participação no mercado internacional, graças ao intenso apoio que recebe do governo japonês. No entanto, a empresa está longe de ameaçar a liderança da IBM fora do mercado local.

Nos segmentos mais dinâmicos do mercado, tais como software, pequenos computadores e alguns tipos de periféricos, as oportunidades para empresas novas ou independentes são mais significativas. Isso ocorre porque o mercado se fragmenta em novos segmentos, na medida em que surgem novos componentes eletrônicos e se desenvolvem tecnologias associadas como a ótica e a mecânica de alta precisão. A demora das empresas líderes em entrarem nos novos segmentos do mercado permite que empresas inovadoras introduzam produtos como impressoras a laser, discos óticos e superminicomputadores cujo avanço tecnológico causa impacto no mercado. Mas o problema dos nichos é que eles não duram para sempre. Na medida em que o mercado cresce e se consolida junto aos usuários, as empresas líderes entram no mercado e eliminam as firmas pioneiras por força de sua grande capacidade financeira, *marketing* e produção.

O exemplo mais significativo deste processo é encontrado na área dos microcomputadores pessoais. A Apple Computer Inc praticamente inventou os micros em 1976 e cresceu explosivamente junto com outros fabricantes independentes (Commodore, Tandy/Radio Shack) até 1981 quando a IBM entrou no mercado. Mesmo sem apresentar nenhuma inovação significativa em seu PC, a IBM elevou sua participação na indústria americana de 7% para 45% em menos de cinco anos. O sucesso da IBM tornou seu micro baseado em componentes standartizados (chip 8088 da Intel e sistema operacional MS/DOS da Microsoft) em padrão "de fato" na indústria de micros. Em 1985, o terceiro maior fabricante americano de micros depois da própria IBM e Apple era a Compaq, uma nova empresa que se destacou por produzir micros portáteis, inteiramente compatíveis com o IBM-PC, mas com performance 30% superior em termos de velocidade de processamento.

Fora dos Estados Unidos, o Japão e os países recentemente industrializados do Extremo Oriente (Coréia, Taiwan, Singapura e Hong Kong) têm conseguido se destacar em vários segmentos do mercado mundial de microinformática, graças as suas capacidades de produção em massa a custos reduzidos. No entanto, carecem de capacidade inovativa, principalmente em software, para se firmar no mercado de pequenos computadores. Isso não tem impedido que se tornem grandes fornecedores

de componentes (Japão e Coréia) ou de equipamentos periféricos de alta precisão como unidades de disco e impressoras (Japão e Singapura). A fabricação destes equipamentos dependem mais de tecnologia de processo do que propriamente de projeto. O Japão, e mais recentemente Coréia e Singapura, tem conseguido desenvolver formas de organização da produção superiores às americanas e europeias através principalmente da disciplina e participação intensa dos trabalhadores. Tal participação permite o desenvolvimento de círculos de controle de qualidade (CCQ), métodos mais eficientes de controle de estoques (CANBAM) e outras técnicas que possibilitam obter alta qualidade a custos baixos. Em consequência, a própria IBM adquire no Extremo Oriente a maioria dos componentes utilizados em seus computadores pessoais, sem perder contudo o controle tecnológico sobre eles.

No setor de software, considerado o segmento mais promissor da informática pela maioria dos analistas, não ocorreu ainda um processo de concentração. A indústria independente começa a emergir no cenário internacional tanto na área de software de sistemas quanto em pacotes aplicativos. Como a atividade não depende de capital físico, mas sim de recursos humanos altamente qualificados, existem nos Estados Unidos mais de 5.000 empresas, 80% das quais com menos de 40 empregados.

No entanto, o desenvolvimento de novas técnicas de produção de software está aumentando a intensidade de capital requerida pela atividade. O surgimento do software-produto no pacote aplicativo é considerado o marco da transição do puro artesanato para uma base mais industrial, com grande potencial de realizar economia de escala. Mas a pirataria tem limitado o crescimento da produção em massa de pacotes, pois estima-se que para cada cópia de programa vendida no mercado existam pelo menos quatro outras cópias-pirata.

A indústria de software está praticamente concentrada nos Estados Unidos. Empresas americanas dominam amplamente o mercado mundial sem concorrência significativa de outros países. Na Europa, dos oito principais fornecedores independentes de software apenas dois são não-americanos (Microfocus, inglesa, e Vector, belga). A Inglaterra é o país que mais se destaca na produção de software depois dos EUA. Isso se deve principalmente a razões culturais.

O fator cultural na produção de software ainda não foi devidamente tratado na literatura. Mas parece haver evidências significativas de sua importância. O software não só é escrito em inglês como também embute uma estrutura lógica típica da sociedade e do sistema educacional anglo-saxão. Apesar de haver linguagens que permitam o desenvolvimento de software em outros idiomas (inclusive o português), o inglês parece definitivamente incorporado a tudo que se refere a processamento de dados. Isso naturalmente proporciona vantagens comparativas a países onde este idioma é mais difundido.

A Índia, por exemplo, que tem um sistema educacional baseado na língua inglesa, tem uma indústria de hardware pouco desenvolvida, apesar da proteção governamental às empresas locais. No entanto, lidera a produção de software entre os países do Terceiro Mundo. Empresas indianas aproveitam a ampla disponibilidade de mão-de-obra especializada (programadores, digitadores e analistas de sistemas) e baixos salários relativos para exportar software para os Estados Unidos e Europa, geralmente via subcontratação. Em contraste, nos países do Extremo-Oriente, apesar do notável avanço na fabricação de hardware, a produção de software permanece extremamente limitada. Este fator impede que os países desta região tenham presença significativa no mercado mundial de computadores. O Japão procura superar este atraso com um ambicioso programa de desenvolvimento da quinta geração de computadores, onde a importância do fator cultural seria devidamente minimizada. No entanto, ainda é muito cedo para avaliar o sucesso desta nova tecnologia.

O processo de agravamento das condições competitivas na indústria mundial de informática tem levado as empresas do setor a intensificarem acordos de cooperação tecnológica, industrial e comercial entre si. Isso decorre principalmente da crescente convergência dos mercados de telecomunicações e

informática, além das novas exigências dos usuários por linhas completas de produtos compatíveis entre si. As formas de cooperação incluem joint-ventures, acordos de fornecimento de equipamentos em OEM, desenvolvimentos tecnológicos conjuntos, licenciamento simples ou cruzado, acordos de *marketing* e fabricação.

Em consequência, a tendência da indústria informática é de se agrupar em três segmentos distintos: o primeiro seria composto por um pequeno número de corporações gigantes integradas verticalmente no qual estariam a IBM, AT&T e a Fujitsu. Tais corporações ofereceriam uma ampla gama de produtos compatíveis fabricados em larga escala e baixo custo. A associação com outros fornecedores se daria principalmente via acordos OEM ou aquisição total ou participação acionária. O segundo segmento seria composto por empresas dedicadas à integração de sistema, através da montagem de produtos de vários fabricantes independentes, com vistas a atender as necessidades específicas dos usuários. Por fim, haveria um setor da indústria formado por um grande número de fabricantes especializados que supririam os integradores finais com partes e componentes de sistemas.

A cooperação entre empresas nacionais ou regionais vem sendo estimulada pelos governos do Japão e Europa Ocidental, como forma de superar as crescentes dificuldades econômicas e tecnológicas características do mercado da informática.

As tendências tecnológicas atuais da informática indicam que a indústria deverá manter nos próximos anos o intenso ritmo de inovações que a tem caracterizado ao longo de sua história. Isso se dá não só pelo contínuo avanço tecnológico na área de componentes, materiais e serviços (*technology-push*), como também pela ativa concorrência e maiores exigências dos usuários (*demand-pull*).

A crescente convergência entre informática e comunicações fará com que os componentes se tornem progressivamente máquinas universais de transmissão e processamento de informações, e não apenas de processamento de dados. Isso implica o maior desenvolvimento de tecnologia de redes de dados local ou pública.

Outra tendência tecnológica importante na indústria de computadores é o processamento em paralelo, pois permite que diferentes usuários partilhem simultaneamente dos recursos de um mesmo computador. Isso permite também que pequenos computadores com vários processadores (CPUs) possam ter a performance de grandes computadores, a um preço significativamente menor.

Na área de comunicação homem-máquina, intensificam-se pesquisas para criar novos meios de entrada de dados que facilitem a comunicação entre o homem e o computador. Os teclados são considerados uma barreira dos usuários não "alfabetizados" em computação, pois estes encontram dificuldades em entender e acionar comandos codificados. As pesquisas nas áreas de reconhecimento de voz, texto e imagem, telas sensíveis ao tato e dispositivos para vídeo, conferência entre outros, procuram dotar os computadores de capacidade para entender os meios humanos de comunicação.

O desenvolvimento da microeletrônica tem permitido o contínuo aumento da integração dos chips. Em consequência, pequenos computadores adquirem crescente poder computacional, rompendo a barreira tradicional entre micros, minis e mainframes.

Em termos de software, o desenvolvimento tecnológico tem sido mais lento. Mas existem novos caminhos que permitem vislumbrar uma futura redução do *gap* entre hardware e software. Isso inclui as seguintes categorias:

- a) Distribuição dos sistemas de computação através de redes, do desenvolvimento software de quarta geração e dos infocentros (centralização de bancos de dados em grandes computadores com acesso distribuído).

- b) Concentração de inteligência nos sistemas através da inserção de software no próprio hardware (microcódigos), sistemas "amigáveis" (*user-friendly*) e sistemas especialistas.
- c) Desenvolvimento da "engenharia de software", que visa aplicar conceitos científicos ao desenvolvimento, manutenção e operação de programas e sua documentação associada.
- d) Projeto de quinta geração, que visa inovar radicalmente a informática, produzindo computadores inteligentes capazes não só de processar dados, mas também conhecimentos.

2. IMPLICAÇÕES PARA O BRASIL

O processo de concentração observado atualmente na indústria de informática atingiu o Brasil de forma apenas parcial. Conforme foi mostrado no Capítulo I, a principal causa da concentração é o crescente domínio da IBM sobre um conjunto cada vez maior de segmentos do mercado, desde microcomputadores pessoais até mainframes. No Brasil, a política de informática do governo barrou o ingresso da IBM no mercado de micros, permitindo assim a entrada de mais de 30 empresas genuinamente nacionais. O contrário ocorre no mercado de mainframes, onde a ausência de medidas protecionistas permitiu que a IBM mantivesse a distância que a separa de seus demais concorrentes no Brasil (Burroughs, Control Data e Sperry, entre outras), repetindo assim o ocorrido em seu país de origem.

No entanto, o mercado brasileiro não deixa de absorver as principais tendências da indústria internacional. A exemplo do que ocorre nos Estados Unidos, o mercado brasileiro de micros definiu-se em favor do padrão IBM em equipamentos de 16 bits. As empresas locais adotam uma estratégia competitiva semelhante à adotada pelos fabricantes americanos não-líderes no mercado de micros, ou seja, produzir equipamentos IBM compatíveis.

Na área de equipamentos periféricos, observa-se, a nível internacional, a tendência de concentrar a produção em fábricas que operam em larga escala e baixos custos. O Japão, em particular, vem-se destacando na fabricação de impressoras e unidades de disco e fita magnética, graças a sua superior capacitação em tecnologia de processo e organização de produção. No Brasil, a reserva de mercado sustenta a sobrevivência de empresas de médio porte, apesar dos custos de produção relativamente altos.

Em termos de software as tendências ainda estão pouco definidas. A facilidade de reprodução de programas sem a devida autorização (pirataria) faz com que o desenvolvimento de software se concentre nos Estados Unidos, onde a vanguarda tecnológica e grandes dimensões do mercado estimulam a produção mesmo na ausência de garantias de propriedade. Um novo programa tem que ser amortizado a curto prazo (até seis meses), pois a partir de então torna-se muito difícil controlar a circulação de cópias não autorizadas. No Brasil, a possibilidade de lançar mão da "pirataria" inibe a produção local de software a não ser em aplicações específicas para o mercado local. Este fato constitui uma faca de dois gumes. Por um lado, os fabricantes locais de computadores beneficiam-se por não ter que investir pesadamente em software, já que seus usuários podem utilizar uma ampla gama de programas já disponíveis no exterior. Por outro lado, permanecem atrelados a sistemas operacionais e arquiteturas estrangeiras que permitam a manutenção da compatibilidade. Isso faz com que se tornem vulneráveis a possíveis mudanças de estratégias das empresas líderes mundiais. Uma exceção a essa regra tem sido os sistemas operacionais Sox da Cobra e Sisne da Scopus. A consolidação desses sistemas no mercado nacional, contudo, depende de proteção governamental contra o simples licenciamento de produtos estrangeiros similares, por parte de concorrentes.

O processo de crescente cooperação industrial, comercial e tecnológica em curso a nível internacional ainda não teve maiores implicações para o Brasil. Em termos tecnológicos, são raros os casos de cooperação entre empresas diferentes. Um empresário entrevistado alegou que a falta de cooperação se deve ao próprio

estágio incipiente do desenvolvimento tecnológico nacional. A maioria das empresas teria pouco a oferecer, em termos de conhecimentos tecnológicos, que já não fosse também do domínio das demais firmas do setor. Outra razão seria a existência de condições competitivas locais mais favoráveis, de modo a permitir a sobrevivência de empresas independentes sem o recurso da cooperação.

As principais tendências tecnológicas identificadas neste estudo têm importantes implicações para o caso brasileiro. A convergência entre informática e comunicações deverá transformar os computadores em máquinas universais de transmissão e processamento de informações. Isso requer o desenvolvimento de tecnologia de redes de dados dentro de determinados padrões de compatibilidade em software e hardware. A tendência mundial de padronização oscila entre a arquitetura IBM, que constituiria um padrão "de fato", e normas internacionais estabelecidas no âmbito da ISO e CCITT. No Brasil, tal disputa se reflete na tentativa da ABNT em implantar o Código Brasileiro para Intercâmbio de Informações (BRASCI), uma versão das normas internacionais ISO adaptada à língua portuguesa. A exemplo do que ocorre no exterior, a IBM se opõe fortemente ao desenvolvimento de um padrão legal de comunicação homem-máquina, pois pretende que seu próprio padrão seja estabelecido na prática como norma de fato, permitindo assim que a empresa adquira um poder monopolista ainda maior.

Os desenvolvimentos mundiais na área de componentes semicondutores têm importantes implicações para a indústria brasileira. Uma tendência observada na indústria americana é de desenvolver computadores baseados em um único processador (chip). Muitos destes novos produtos são baseados em chips proprietários, ou seja, não podem ser adquiridos por terceiros. Em consequência, os novos computadores não podem ser facilmente copiados, o que representa um rude golpe para as empresas brasileiras que adotam a estratégia de engenharia reversa.

Os chips proprietários podem alterar algumas das estratégias tecnológicas adotadas no Brasil descritas no Capítulo V. A impossibilidade de copiar um produto americano a partir da compra de seus componentes no mercado internacional pode reforçar a estratégia de licenciamento em detrimento da engenharia reversa. A DEC, por exemplo, desenvolveu recentemente o Micro-VAX II baseado em um chip proprietário. Isso pode reforçar o acordo da Elebra com a DEC, pois a empresa nacional precisaria da DEC para ter acesso à nova geração de componentes.

Outra alternativa seria a utilização da "versão genérica" do chip utilizado pelo DEC que é fabricado e vendido no mercado internacional pela Fairchild. Fabricantes locais poderiam utilizar este chip para chegar a uma cópia funcional do MicroVAX ou outro equipamento equivalente. Mas tal estratégia requer um esforço maior de desenvolvimento próprio. Um requerimento essencial é capacitação em tecnologia de software UNIX. Os sistemas baseados em UNIX desenvolvidos para rodarem no VAX irão provavelmente representar, a médio prazo, 30% do total do software utilizado pelo VAX. Isso representa uma gama substancial de aplicações, que podem ser complementadas com o desenvolvimento de aplicativos locais. Mesmo no caso de obtenção de licença da DEC e consequente transferência de software para o Brasil, a capacitação na tecnologia UNIX acrescentaria um grande poder computacional aos equipamentos fabricados localmente.

Com o lançamento do micro PS/2, em 1987, a IBM confirmou sua opção por uma arquitetura fechada. No entanto, a demanda pelo padrão descontinuado pela IBM continua crescendo, devido a existência de milhões de usuários do sistema operacional DOS em todo o mundo. A evolução deste padrão vem sendo garantida pelo lançamento de micros baseados nos chips 80386 da Intel, por empresas como Conpaq e Zenith.

Este fato abre possibilidades de sobrevivência a fabricantes brasileiros de computadores IBM-compatíveis que sejam tecnicamente capazes de projetar supermicrocomputadores baseados no chip 80386. Tais equipamentos, além de

compatíveis com software IBM, seriam extremamente poderosos em relação às necessidades do mercado brasileiro,

3. ASPECTOS CRÍTICOS ATÉ A DÉCADA DE 80

3.1. Desempenho, Estrutura e Estratégias Competitivas

A indústria brasileira de computadores apresentou um desempenho excepcional desde a implantação da política de reserva de mercado. De 1979 a 1985, o faturamento das empresas nacionais evoluiu 1.600% em termos reais, passando de 12,1 milhões para 195,2 milhões em ORTNs.

Os consumidores, embora pagando preços iniciais elevados, lograram obter expressivas reduções no custo dos equipamentos ao longo do processo. Os microcomputadores da linha Apple II, por exemplo, passaram de uma relação de preços 250% superior aos vigentes no mercado americano em 1982, para apenas 8% superior em 1984. Os equipamentos periféricos não apresentaram reduções de preço tão substanciais, permanecendo em um patamar entre duas a quatro vezes mais elevados que os similares estrangeiros no mercado americano. Isso se reflete no tipo e quantidade de equipamentos importados ilegalmente no mercado brasileiro. Enquanto diminuiu significativamente o contrabando de CPUs do tipo Apple e mais recentemente de micros da linha PC, continuam elevadas as entradas ilegais de impressoras e unidades de disco flexível.

A indústria nacional de informática ainda não permite identificar claramente as empresas líderes nos diferentes segmentos do mercado. Como indústria emergente, a informática no Brasil está submetida a um intenso processo concorrencial caracterizado pela entrada de novas firmas no mercado.

Com relação à saúde financeira das empresas nacionais de informática, um estudo recente¹ mostra que o nível de endividamento (capital de terceiros/ativo) é bastante elevado, atingindo em média a 600%. Este fato reflete a crescente necessidade de recursos financeiros pelas empresas, de forma a fazer frente a acelerada expansão de seus negócios.

Em 1986 o PLANIN aprovou incentivos fiscais para o setor. Isso inclui a aplicação de 1% do imposto de renda devido por pessoas jurídicas na compra de ações de empresas de informática, além de reduções nos impostos (ICM e IPI e importações) e incentivos ao investimento em atividades de pesquisa e desenvolvimento. No entanto, o setor continua pouco capitalizado e vulnerável às bruscas alterações inerentes à conjuntura econômica brasileira.

Quanto à estrutura industrial, apesar de não haver ainda lideranças claramente definidas, nos diversos segmentos do mercado, um conjunto de empresas emerge como prováveis líderes da indústria informática nacional graças a importantes vantagens competitivas sobre concorrentes. Tais vantagens incluem vínculos com grandes grupos empresariais, acesso privilegiado a determinados mercados, capacidade técnica superior, acesso a recursos financeiros, integração a outras empresas do complexo eletrônico permitindo economias de escala e de escopo, maior capacitação em *marketing* e acesso privilegiado a fontes externas de tecnologia.

A longo prazo, as empresas que conseguirem implantar um grande parque de equipamentos e desenvolver uma capacitação industrial terão sua permanência no mercado assegurada. Empresas que lograrem êxito nestes dois aspectos terão um ativo importante a negociar, mesmo no caso de uma eventual abertura do mercado brasileiro para empresas multinacionais.

Um aspecto importante para a consolidação de grandes empresas nacionais de informática, operando em escalas internacionais de produção é a formação de "conglomerados eletrônicos". O desenvolvimento da tecnologia microeletrônica

¹ Fiani, Ronaldo. Estudo preparado para a ABICOMP (mimeo.). Março, 1986.

aproximou o mercado e o processo de produção de setores anteriores considerados independentes como informática, telecomunicações e bens eletrônicos de consumo. Em consequência a produção destes equipamentos passou a depender de recursos técnicos e produtivos bastante semelhantes.

As vantagens do "conglomerado eletrônico" para países com dimensões de mercado reduzidas em termos mundiais podem ser verificadas com o exemplo da Coreia do Sul. Nos anos 60, as empresas coreanas partiram da produção de bens de consumo eletrônicos simples para alcançar competitividade internacional na informática duas décadas depois. Isso ocorreu pelo aproveitamento da ampla capacitação tecnológica e economia de escala alcançada na produção de aparelhos de TV para projetar e fabricar microcomputadores, tais como o PC-compatível "Leading Edge" que se vem tornando um enorme sucesso de vendas nos Estados Unidos.

No Brasil, as possibilidades de integração da indústria de informática com as de eletrônica de consumo são mais limitadas. A indústria de aparelhos de TV é quase totalmente multinacional e está instalada na Zona Franca de Manaus. A única empresa com participação acionária majoritariamente brasileira (Sharp) vem alcançando êxito nos mercados de informática e consumo e tem grandes chances de se consolidar nos mercados de semicondutores e telecomunicações, graças à experiência industrial e tecnológica acumulada nos outros dois setores. As diferentes políticas e perfis industriais observados nos setores de telecomunicações, informática e eletrônica de consumo no Brasil, no entanto, não permite que haja, pelo menos a curto prazo, a desejada integração entre os setores que compõem o complexo eletrônico.

Com relação às empresas independentes de pequeno e médio porte, observa-se que ainda têm um peso significativo na composição da indústria nacional. Segundo a SEI, existem no Brasil 203 fabricantes de hardware, além de 1.200 empresas de software e serviços e 15 mil centros de processamento de dados.

A nível internacional, às empresas de pequeno porte têm tido crescente dificuldades em competir na corrente principal do mercado de informática. Em consequência, elas direcionam suas atividades aos novos nichos de mercado ainda não atendidos pelas empresas de grande porte. No Brasil, a política de reserva de mercado tem permitido a entrada de pequenas empresas em mercados de massa, tais como microcomputadores PC-compatíveis e equipamentos periféricos. No entanto, a exemplo do que ocorre no exterior, a tendência para a próxima década é de aumentar a concentração da produção de hardware padronizado em grandes empresas, e a consequente orientação das pequenas firmas para os nichos de mercado. A sobrevivência destas empresas dependerá de sua capacidade técnica para responder às demandas eventuais por hardware e software especializado.

As empresas de pequeno e médio porte são muito vulneráveis a possíveis mudanças na política de reserva de mercado. Mesmo havendo uma abertura apenas parcial para empresas estrangeiras, através da permissão para joint-ventures, as empresas independentes de pequeno e médio porte estariam em posição desfavorável. Isso se daria por dois motivos principais. Primeiro, o pequeno parque instalado destas empresas não constituiria um ativo significativo para negociar com os possíveis sócios estrangeiros. Segundo, porque não haveria, de qualquer forma, um número suficiente de eventuais sócios estrangeiros que atendessem a interesses da maioria das empresas nacionais.

A sobrevivência das empresas nacionais de informática de pequeno e médio porte a longo prazo depende de sua capacidade técnica para aproveitar as oportunidades abertas pelos novos lançamentos na área dos componentes microeletrônicos para projetar e produzir inovações ou produtos especializados. Mas o problema dos nichos de mercado é que eles não existem para sempre. Os nichos tendem a desaparecer ou se transformar em mercados de massa. Neste caso, o crescimento não só exige maiores recursos técnicos e financeiros para produção em larga escala, como também atrai grandes empresas com maiores vantagens competitivas.

Quanto às empresas estrangeiras de informática que atuam no Brasil, observa-se uma progressiva perda de participação no mercado devido à impossibilidade de atuarem no segmento de minis e microcomputadores. No entanto, estas empresas vêm conseguindo manter uma boa taxa de crescimento e detêm cerca da metade do mercado nacional, graças a sua atuação no mercado de mainframes.

Após oito anos de reserva de mercado, as multinacionais da informática alteraram significativamente sua estratégia no Brasil. A nova estratégia consiste em buscar maior aproximação com fabricantes nacionais de equipamentos e empresas de software e serviços, de forma a manter presença direta ou indireta em todos os segmentos do mercado local. As tendências tecnológicas mundiais apontam no sentido de integrar grandes e pequenos computadores em redes de dados. Assim, as multinacionais pretendem superar a proibição de atuarem no mercado brasileiro de microcomputadores, através de acordos com fabricantes locais de equipamentos compatíveis.

A IBM ampliou seu leque de negócios com fabricantes brasileiros, seja através de cooperação técnica ou aquisição de produtos ou peças locais para a exportação. Em fevereiro de 1986, a empresa formou uma joint-venture com o grupo nacional Gerdau para oferecer serviços de informática. Tal estratégia representa uma mudança radical na forma de atuação da IBM do Brasil e deriva, principalmente, da falta de alternativa deixada pela política de reserva de mercado.

A nova estratégia da IBM deve gerar frutos a médio e longo prazo na medida em que a difusão de microcomputadores compatíveis com o IBM-PC abre mercado para a venda de uma ampla gama de software já desenvolvido pela empresa no exterior. Além disso, a difusão dos PCs-compatíveis aumenta a demanda por computadores de grande porte produzidos pela IBM. A longo prazo, a empresa só tem a ganhar com a difusão de um padrão IBM no Brasil, pois, caso a reserva de mercado venha a ser extinta, a multinacional teria um mercado definido e treinado no uso de equipamentos IBM-compatíveis.

Outras empresas líderes no mercado internacional, como a DEC e Data General, também redefiniram recentemente suas estratégias para o Brasil. Licenciaram firmas nacionais para fabricarem superminis. A vantagem da nova estratégia está, além do recebimento de *royalties*, na abertura de um mercado para venda direta de software.

Nos próximos anos, as empresas multinacionais que atuam no mercado brasileiro devem expandir-se, principalmente, na venda de software e serviços. Caso a política de reservas de mercado venha alterar-se, haveria um processo de formação de joint-ventures ou, no caso das empresas maiores, uma entrada direta em um mercado já previamente definido em favor de seus produtos. Isso representaria, em pouco tempo, a desnacionalização da maioria da indústria brasileira de informática.

3.2. Estratégias Tecnológicas de Produto

As empresas brasileiras de informática adotam três fontes principais de tecnologia: engenharia reversa, licenciamento e projeto próprio. A decisão de adotar cada uma destas estratégias depende de fatores diversos, tais como política governamental, capacitação técnica, custos, valor de mercado, complexidade tecnológica do produto, tempo requerido pelo projeto, disponibilidade de software e atitude dos concorrentes.

De um modo geral, a indústria alcançou um bom nível de capacitação técnica em projetos de novos produtos. Muitas empresas conseguiram acumular uma razoável experiência em atividades de P&D e contam hoje com uma força de trabalho competitiva a nível internacional principalmente em função dos salários relativamente baixos no Brasil. Quanto à infra-estrutura tecnológica para atividades de P&D, a situação nacional é mais precária. Mas pode-se afirmar que

a capacitação técnica alcançada para desenvolvimento de novos produtos de informática é superior àquela atingida na área de engenharia de processo.

O desenvolvimento próprio de novos produtos é uma estratégia adotada principalmente por empresas que ocupam "nichos" de mercado, isto é, equipamentos orientados para atividades específicas. Exemplos desta estratégia no Brasil são os sistemas de automação bancária e comercial. Tais produtos foram desenvolvidos internamente porque se destinavam a atender especificações locais, já que o sistema bancário brasileiro tem uma dinâmica operacional diferente da observada nos Estados Unidos. Além disso, o fato de os bancos comerciais serem empresas nacionais, protegidas por uma legislação que limita a participação estrangeira a 49% do capital, fez com que dispusessem de autonomia decisória para optar por uma solução técnica local.

Cabe aqui fazer um paralelo com a estratégia de licenciamento adotada pela maioria dos fabricantes nacionais de robôs industriais. Sendo o mercado de automação formado basicamente por empresas multinacionais, em particular do setor automobilístico, havia interesse dos usuários em adquirir equipamentos idênticos aos utilizados pelas casas matrizes no exterior. Como a importação de robôs, e mesmo sua fabricação local por subsidiárias dos fornecedores originais, está proibida pela política de reserva de mercado, surgiram empresas nacionais interessadas em assumir a fabricação no país. No entanto, tanto os usuários potenciais como os fornecedores de tecnologia tinham interesse que os fabricantes reproduzissem fielmente os projetos originais dos equipamentos. Em consequência, ficou inviabilizada a adoção de uma estratégia tecnológica independente por parte dos fabricantes nacionais, baseada no desenvolvimento próprio de novos produtos. Existe, portanto, uma estreita relação entre estratégia tecnológica e origem dos usuários.

Na área de minicomputadores, terminais e equipamentos auxiliares, houve também importantes experiências de desenvolvimento próprio, destacando-se a linha 500 de minis da Cobra e a nova linha de supermicros de 32 bits desenvolvida por vários fabricantes locais. No entanto, a decisão de desenvolver o Cobra 500 refletiu mais uma vontade política de apoiar a tecnologia nacional do que propriamente razões de mercado. Isso não impediu, contudo, que o produto se tornasse um sucesso comercial.

De um modo geral, a tendência de concentração na indústria de computadores não encoraja projetos próprios de novos computadores, já que estabelece padrão *de fato* na indústria que são seguidos pelos demais fabricantes. O exemplo mais evidente deste processo é a virtual transformação do IBM-PC em padrão mundial para microcomputadores pessoais.

A crescente complexidade tecnológica dos computadores de pequeno porte também desestimula projetos próprios no Brasil, já que o desenvolvimento de equipamentos avançados que disponham de chips exclusivos ou placas mais densas requer investimentos que estão aquém da capacidade das empresas nacionais ou possibilidades da amortização no mercado brasileiro.

Uma alternativa ao desenvolvimento próprio de produtos amplamente utilizada no Brasil é a estratégia de engenharia reversa. O fato dos principais líderes do mercado mundial de microcomputadores (IBM, Apple, Tandy/Radio Shack) utilizarem uma arquitetura aberta em seus produtos, tanto em termos de hardware quanto de software, permite que os equipamentos sejam amplamente copiados por concorrentes. Alguns dos chamados *clones* são versões melhoradas do produto original, sem prejuízo da compatibilidade em software.

A estratégia de engenharia reversa, na realidade, parece ter-se tornado a única forma possível de sobrevivência de empresas de médio e pequeno porte no mercado de micros. A posição alcançada pela IBM em 1986 (cerca de 50% do mercado americano de micros), somada aos fabricantes que já adotaram o mesmo padrão, faz com que a grande maioria da produção independente de software seja orientada para este tipo de equipamento. Isso determina, em última análise, a preferência do usuário por modelos compatíveis com IBM.

A engenharia reversa não deve, portanto, ser encarada como simples "pirataria tecnológica", mas como enquadramento a uma situação concreta do mercado. Apesar de alguns fabricantes brasileiros terem competência para desenvolver produtos originais, isso não se justificaria diante das tendências de padronização observadas no mercado. No entanto, a manutenção desta estratégia é potencialmente vulnerável à introdução de chips exclusivos na próxima geração de microcomputadores das empresas líderes. Esta tendência, no entanto, não está ainda suficientemente definida, pois para a IBM parece haver mais vantagens do que desvantagens em adotar uma arquitetura aberta em equipamentos de pequeno porte.

A sobrevivência das empresas nacionais que adotam a estratégia de engenharia reversa depende de três fatores principais: primeiro, da manutenção da política de reserva de mercado que as defende da competição direta com os fabricantes originais americanos. Segundo, de competência técnica para acompanhar rapidamente as mudanças introduzidas nas versões originais. Por fim, de capacidade industrial e financeira para produzir com qualidade e baixo custo os produtos e serviços requeridos pelo mercado. O mercado nacional certamente não suportará todos os 37 fabricantes de micros existentes, e apenas aqueles que obtiverem ganhos de escala e reputação de qualidade e bons serviços deverão permanecer no mercado a longo prazo.

Outra estratégia tecnológica adotada na indústria brasileira de computadores é o licenciamento. Esta é a fonte mais comum de tecnologia de produtos, tais como periféricos e supermínis que utilizam tecnologia relativamente complexa ou cujos custos de desenvolvimento são superiores às possibilidades de retorno no mercado nacional.

Do ponto de vista do fabricante individual, o licenciamento oferece a vantagem do acesso a uma tecnologia já testada comercialmente, além de reduzir o tempo necessário ao lançamento do produto no mercado. No entanto, a nível da indústria como um todo, pode causar efeitos negativos, na medida em que a utilização de tecnologia importada por um fabricante geralmente inviabiliza o desenvolvimento próprio de produtos por parte de empresas concorrentes.

Na área de software praticamente não tem havido contratos de licenciamento para o Brasil. O principal obstáculo à concretização de acordos são as diferenças existentes entre a legislação americana (baseada em direitos autorais) e brasileira (considerada como transferência de tecnologia). Em consequência, as empresas americanas consideram que o mercado brasileiro não oferece garantias suficientes de propriedade industrial para o licenciamento.

As estratégias tecnológicas adotadas pelas empresas nacionais de informática estão associadas, portanto, a questões de ordem econômica, tecnológica e política. Mas existe uma certa margem de flexibilidade, tanto a nível da empresa quanto de processo, para optar por diferentes soluções. Dentro deste espaço, é importante avaliar as limitações e oportunidades oferecidas por cada estratégia.

O desenvolvimento próprio de produtos é geralmente associado a uma maior autonomia tecnológica e considerado como prova de capacitação técnica local. No entanto, os benefícios dos investimentos em P&D nem sempre são apropriados pelas empresas que realizam as atividades. Conforme mostra Cooper (1974), as atividades de P&D geram "economias externas" à empresa é, ao demandar serviços técnicos especializados locais, contribuem para o desenvolvimento de recursos humanos altamente qualificados. Além disso, poupam divisas no pagamento de *royalties* e assistência técnica e compra de componentes.

Ao nível da empresa, as vantagens são menos nítidas. O desenvolvimento de novos produtos é um risco que pode ser evitado, por exemplo, via licenciamento de equipamentos já testados comercialmente. Outro obstáculo é a qualificação técnica requerida para o desenvolvimento de produtos e os altos custos das

atividades de P&D, que no caso brasileiro são aspectos críticos para a maioria das empresas.

No entanto, o desenvolvimento próprio de produtos pode igualmente oferecer oportunidades para as empresas brasileiras de informática. A principal parece ser a entrada em mercados especializados ou "nichos", tais como automação bancária, controle de processos, terminais de loteria etc. Tais mercados exigem produtos especialmente projetados, já que não são adequadamente atendidas com equipamentos do tipo *general purpose*. Outra oportunidade é a abertura do mercado de exportação, já que os produtos fabricados sob licença geralmente têm poucas chances de serem vendidos no exterior, seja em função dos preços ou atualização tecnológica.

Nestas condições, o processo de licenciamento só é vantajoso quando a empresa utiliza os métodos e conceitos técnicos adquiridos para adaptar ou desenvolver novos produtos. Caso isso não ocorra, a empresa torna-se extremamente dependente do licenciador para sobreviver no mercado.

A engenharia reversa é uma estratégia intermediária entre o licenciamento e o desenvolvimento próprio. Cabe distinguir, contudo, as atividades de simples cópia, muitas vezes com a importação clandestina de componentes, da emulação criativa. Esta última não consiste em fazer apenas uma cópia-carbono do produto original, mas aprimorá-lo, corrigindo eventuais falhas e adaptando-o às necessidades locais. Em muitos casos, a necessidade de incorporar componentes nacionais exige o reprojeto do equipamento, pois as peças locais nem sempre obedecem ao padrão especificado pelo fabricante original no exterior. Assim, a atividade oferece oportunidade de aprendizado cujo resultado pode ser eventualmente utilizado para desenvolver projetos próprios.

3.3. Processo de Produção e Qualidade Industrial

A implantação da indústria brasileira de computadores se deu segundo um processo de substituição de importações, onde o elemento competitivo mais importante era a diferenciação de produto. Os fabricantes desenvolveram capacitação técnica para projetar ou adaptar equipamentos de P&D sem maiores preocupações iniciais quanto ao processo de produção em si. As escalas de produção eram usualmente pequenas, tornando o processo de montagem e teste do produto um aspecto secundário da atividade se comparado ao esforço de definição do produto. Os custos da produção de *batch* ou pequenos lotes, embora elevados, eram facilmente absorvidos pelo mercado, dada a forte demanda reprimida e proteção não tarifária à indústria nacional. A estratégia de *marketing* e propaganda da maioria dos fabricantes enfatizava as características do produto, relegando preço, qualidade industrial e serviços pós-venda a um plano secundário.

A presente pesquisa revelou, no entanto, uma mudança na estratégia dos fabricantes no sentido de incorporar uma crescente preocupação com custos e tecnologia de processo. Isso ocorreu em função de três causas principais. Primeiro, devido à entrada de novas empresas e intensificação da concorrência na fabricação de hardware, provocando verdadeiras "guerras de preços" em determinados segmentos do mercado. Segundo, o mercado atingiu uma maior padronização, fazendo com que o processo competitivo se deslocasse para questões relativas a preço, serviços e garantia pós-venda. Por fim, o crescimento do mercado gerou maiores escalas de produção e conseqüente preocupação com o processo de produção e testes. Isso permitiu uma significativa redução nos custos de produção.

Apesar dos avanços, a produção de equipamentos de processamento de dados no Brasil ainda é pouco automatizada e apresenta, em alguns casos, custos elevados se comparados a outros países. Na Coreia do Sul, por exemplo, os fabricantes de microcomputadores são os mesmos que produzem bens eletrônicos de consumo. Isso não só proporciona economias de escala em determinados processos industriais comum aos dois ramos da eletrônica, como também transfere um

importante aprendizado na produção anterior de bens eletrônicos de consumo para a informática.

De um modo geral, os fabricantes brasileiros de computadores conseguiram desenvolver uma razoável capacitação técnica em projeto, mas não em processo. A redução de custos vem sendo obtida lentamente através da redução do número de horas necessárias para montar e testar os equipamentos. No entanto, a produção de computadores a custos competitivos a nível internacional depende ainda de maiores escalas de produção e investimentos em equipamentos de montagem e teste automático.

Com relação à qualidade industrial, há também uma defasagem em relação aos líderes no mercado internacional. A obtenção de um melhor nível de qualidade depende de quatro fatores principais: confiabilidade do projeto do produto, confiabilidade e durabilidade dos componentes, processo de produção e serviços de assistência técnica. O conceito de qualidade é, portanto, uma questão estrutural que transcende a simples questão de controle. Inclui, por exemplo, a adoção de normas técnicas que visem padronizar a qualidade dos produtos de forma a garantir ao usuário um nível mínimo de qualidade, durabilidade e segurança. Inclui também a adoção de novos métodos de controle da produção, tais como círculos de controle de qualidade (CCQs) e outras técnicas que tornem a qualidade uma preocupação de toda a empresa e não apenas de uma divisão específica.

A preocupação com qualidade industrial vem crescendo nas empresas brasileiras de informática, principalmente naquelas mais orientadas ao mercado profissional. No entanto, a questão não vem sendo objeto de maiores atenções da política do governo. Os programas de incentivos recentemente anunciados associam desenvolvimento tecnológico muito mais a atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos do que a capacidade de produzi-los a custos e qualidades compatíveis com as necessidades do mercado. Os incentivos fiscais para a compra de equipamentos para P&D, por exemplo, são superiores àqueles existentes para a importação de equipamentos de teste, já que estes são considerados meramente bens de capital passíveis de serem eventualmente substituídos pela produção local.

4. PERSPECTIVAS DA POLÍTICA GOVERNAMENTAL

A indústria brasileira de computadores vem-se desenvolvendo satisfatoriamente no segmento dos equipamentos de pequeno porte, tanto em termos industriais quanto tecnológicos. Isso foi possível devido a uma combinação favorável de política governamental e dinâmica tecnológica. Em termos de política, a reserva de mercado para empresas genuinamente nacionais neutralizou os efeitos negativos da concentração industrial, observada atualmente no exterior, abrindo possibilidades para a consolidação de uma indústria nascente. Quanto à dinâmica tecnológica, as empresas locais se beneficiaram do surgimento de novos chips de larga integração e da tendência ao uso de software padronizado no exterior. Os novos chips permitem que equipamentos de pequeno porte e baixo custo adquiram grande poder computacional. A adoção de software padronizado (por exemplo, UNIX ou MSDOS), por sua vez, reduz a intensidade de capital necessária para entrada na indústria, já que os novos produtos podem utilizar uma ampla gama de programas desenvolvidos por um grande número de produtores independentes.

Nos próximos cinco anos, é desejável que os esforços tecnológicos nacionais continuem a se concentrar neste segmento de mercado. Os recentes lançamentos de chips padronizados de 32 bits, como, por exemplo, o 80386 da Intel, e o aperfeiçoamento e difusão do sistema operacional UNIX abrem excelentes oportunidades para o desenvolvimento local de supermicros extremamente poderosos em relação às necessidades e sofisticação do mercado brasileiro. Tais equipamentos e seus periféricos, além dos produtos já fabricados por empresas nacionais, deverão representar cerca de 60% do mercado nacional, ou seja, um valor estimado entre um e dois bilhões de dólares anuais.

Com relação aos equipamentos de maior porte, que utilizam arquitetura fechada e sistemas operacionais exclusivos, as iniciativas nacionais devem ser pautadas por mais cautela. Os investimentos nesta área não gozam das economias externas existentes para equipamentos baseados em arquiteturas abertas, onde os custos de desenvolvimento são pulverizados por um grande número de empresas. Ao contrário, o fabricante tem que arcar com todo o investimento necessário ao lançamento de novos produtos, desde o projeto do chip até o desenvolvimento de software. Nestas condições, apenas um pequeno número de empresas em todo mundo tem condições de manter sua competitividade frente à IBM.

Neste contexto, a estratégia das empresas brasileiras deve basear-se na obtenção de licenças de fabricação e representação para comercialização local de equipamentos bem-sucedidos no exterior. O acesso a uma fonte tecnológica externa bem-sucedida é uma condição necessária para fazer frente ao domínio da IBM no mercado brasileiro. Isso inclui o acesso a interfaces desenvolvidas pelos concorrentes internacionais da IBM para interligar seus sistemas fechados ao mundo dos sistemas padronizados de menor porte.

O uso de tecnologia estrangeira, ou mesmo a importação de sistemas montados não deve, no entanto, ser acompanhada de perda do controle decisório nacional. Tal controle, seja a nível comercial ou industrial, é importante para que não se rompa o domínio tecnológico nacional nos equipamentos de menor porte, já que a linha divisória entre os dois mercados pode ser bastante flexível. Assim, deve ser evitado o investimento estrangeiro direto, mesmo sob a forma de joint ventures, pois isso conduziria a um controle decisório externo.

Uma condição fundamental para o sucesso da estratégia descrita acima é a manutenção, por prazo indeterminado, da política de reserva de mercado. Na indústria de computadores, seja a nível de empresa ou de país, a linha divisória entre o sucesso e o fracasso é muito tênue. No Brasil, a reserva de mercado é o fiel da balança que permite a autonomia nacional na indústria de computadores.

A reserva do mercado é o fator decisivo para obtenção de tecnologia externa e maior flexibilidade das multinacionais em sua estratégia para o Brasil. A DEC e a Data General, por exemplo, mantêm com empresas brasileiras seus únicos contratos de licenciamento puro (sem participação acionária) no exterior. Para aceitarem esta forma negócios foi necessário que amargassem cinco anos de exclusão do mercado nacional. A IBM, por sua vez, introduziu no Brasil uma política mais positiva do que em suas demais subsidiárias em países em desenvolvimento. Isso inclui interligação de seus computadores de grande porte a equipamentos desenvolvidos e fabricados por empresas nacionais e maior esforço de desenvolvimento de fornecedores locais. Tais concepções não foram resultado de uma estratégia deliberada da empresa, mas sim da falta de alternativa deixada pela reserva de mercado.

A reserva de mercado tem também um impacto positivo sobre a estrutura da indústria local. Nos países avançados, empresas inovadoras de amplo significado social vêm sendo eliminadas da indústria porque não conseguem fazer frente aos desafios de um mercado oligopolizado. No Brasil, ao contrário, a reserva de mercado permitiu o florescimento de pequenas e médias empresas que desempenham um papel extremamente positivo na indústria. Elas não só criam novas opções e atendem necessidades específicas dos usuários, como também estimulam o clima competitivo, reduzindo preços e introduzindo novos produtos. Embora a tendência natural da indústria seja de concentração, a partir da consolidação de grandes grupos nacionais, a reserva de mercado estimulou a sobrevivência de uma estrutura de oferta mais competitiva, na medida em que afasta do mercado local os grandes monopólios da indústria internacional.

A continuidade da reserva de mercado, após o prazo estipulado pela Lei de Informática, demandará um intenso esforço político. A nível externo, deverá ser demonstrada que a política não representa isolamento ou exclusão de empresas estrangeiras, conforme sugere o governo americano. Segundo levantamento da Abicomp, o Brasil importa dos Estados Unidos cerca de US\$ 100 milhões por ano em

componentes, partes e peças para montagem de computadores e periféricos, quantia que deve crescer substancialmente aos próximos anos. Empresas americanas que atuam diretamente no mercado brasileiro (IBM, Burroughs, HP) faturam cerca de US\$ 1 bilhão por ano e têm garantida sua permanência no mercado. A política de reserva de mercado também abre novas perspectivas para empresas estrangeiras no Brasil, principalmente através de contratos de licenciamento, assistência técnica e venda de software.

Nestas condições, não se justificam as alegações de práticas "lesivas" ou "desleais" por parte do Brasil contidas na investigação 301 do governo americano. A reserva de mercado é um exercício de soberania política plenamente justificada pelo estágio de menor desenvolvimento industrial e tecnológico brasileiro. Tal soberania é igualmente exercida pelo governo americano ao taxar importações de produtos brasileiros como aço, etanol e calçados, como forma de defender a indústria local.

A política governamental brasileira para o setor da informática não deve, no entanto, se limitar à reserva de mercado. Os incentivos fiscais recentemente introduzidos são fundamentais ao processo de capacitação das empresas locais e estímulo ao desenvolvimento tecnológico próprio. Mas o governo precisa atuar de forma mais eficiente no desenvolvimento da infra-estrutura tecnológica através de fomento às atividades de centros de pesquisa e formação de recursos humanos altamente qualificados. Tal esforço deverá incluir não só a tecnologia eletrônica, mas também o conjunto dos setores de suporte como mecânica de precisão, processamento de produtos químicos de grau eletrônico, motores elétricos, fibras óticas, placas de circuito impresso simples e em multicamadas, dispositivos óticos e serviços de metrologia e qualidade industrial. Outro ramo que requer desenvolvimento é o de estudos de caráter econômico, sociológico e gerencial sobre o setor de forma a equipar o governo, empresas e sociedade em geral de instrumentos para avaliar, criticar e planejar os rumos da informática no país.

O software se inclui nesta categoria de indústria que exige medidas de política "positivas", ou seja, incentivos, pois os instrumentos protecionistas do tipo reserva de mercado não são aplicáveis. Sendo um bem intangível e duplicável, o software é facilmente transportado e copiado, tornando pouco eficaz as medidas legais que visam sua proteção adotadas em diferentes países. Sendo assim, o estímulo à produção interna de software deve ser direto, seja através de encomendas do setor público, financiamentos subsidiados e investimentos em infra-estrutura técnica e recursos humanos.

Outro aspecto crítico para a consolidação da indústria nacional de informática é sua articulação com os demais segmentos do "complexo eletrônico". A crescente convergência entre os setores de telecomunicações, informática e eletrônica de consumo requer políticas compatíveis com um desenvolvimento mais integrado. No entanto, a situação nacional apresenta uma completa desarticulação a nível de objetivos de política. A política de informática, administrada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, tem por objetivo a substituição de importações e a capacitação tecnológica local. A política de telecomunicações, por sua vez, está na órbita do Minicom e tem os mesmos objetivos explícitos. No entanto, o domínio do mercado brasileiro de equipamentos de telecomunicações por empresas multinacionais, mesmo que associadas minoritariamente a grupos locais, torna o objetivo de capacitação tecnológica mais difícil de ser alcançado. Sendo o governo o principal usuário de equipamento de comunicações, a ênfase foi dada mais aos aspectos de custo e operacionalidade dos sistemas do que seu projeto e desenvolvimento. Finalmente, a política seguida pelo setor de eletrônica de consumo desde os anos 60 é de promover o desenvolvimento regional, através de incentivos para a transferência de fábricas para a Zona Franca de Manaus. Nesta passagem o setor desnacionalizou-se, tornando mais remota as possibilidades práticas de desenvolvimento tecnológico local.

A extinção das fronteiras tecnológicas entre os diferentes segmentos da indústria eletrônica criou situações conflitivas ao setor. Por um lado, as fábricas de Manaus pretendem beneficiar-se dos incentivos para produzir

equipamentos de processamento de dados, o que, segundo mostrou Margarida Batista (1986), provocaria um retrocesso a nível industrial e tecnológico. Por outro, o setor de comunicações enfrenta crescentes dificuldades em coexistir com a política desenvolvida para o setor de informática, já que dependem essencialmente dos mesmos insumos. No entanto, a forma de organização industrial estabelecida (joint ventures com empresas estrangeiras) conflita frontalmente com a reserva de mercado.

A solução destes conflitos é um desafio para a política industrial brasileira. O tamanho do mercado local não é suficientemente grande para suportar esta segmentação. A compatibilização das políticas permitiria uma considerável ampliação na escala de operações das empresas de forma a viabilizar investimentos nos empreendimentos de alta tecnologia necessários para a consolidação da indústria nacional a longo prazo.

BIBLIOGRAFIA

- ADLER, E. *The Quest for Technological Autonomy: Computer and Nuclear Energy Policies in Argentina and Brazil*. Berkeley, University of California Press, s.d.
- A. D. LITTLE INC. *Future Information Processing Technology*. U.S. Department of Commerce, U.E.A., august 1983.
- AYRES, R. U. *The next Industrial Revolution: Reviving Industry through Innovation*. Cambridge, Ballinger Publishing Company, 1984.
- ABICOMP/SBC. *A Política Nacional de Informática, a Indústria Nacional e o Desenvolvimento Tecnológico*, s. 1., 2 ed., maio 1984.
- BATISTA, Margarida. *Condicionantes Impostos ao Desenvolvimento da Indústria Eletrônica de Consumo no Brasil*. Mimeo., 1986.
- BELL, D. The Social Framework of the Information Society. In: FORESTER, T. *The Microelectronics Revolution*. Cambridge, The Mit Press, s.d.
- BRANDÃO Jr., D.S. *Normalização e Qualidade Industrial na Área Informática*. In: SEMINÁRIO DE NORMALIZAÇÃO TÉCNICA E QUALIDADE INDUSTRIAL EM INFORMÁTICA. Rio de Janeiro, novembro 1985.
- CHUNG. J.S. *National Policies for Developing High Technology Industries: Korea's Informatics Industry*. s.l., september 1985.
- COMITÊ BRASILEIRO DE COMPUTADORES E PROCESSAMENTO DE DADOS. *Parecer Técnico: O Caminho da Padronização*. CB-21 Informativo. s.l., 1 (3), set/out 1985.
- COOPER, C. Science Policy and Technological Change in Underdeveloped Economies. *World Development*, s.l., 2(3), march 1974.
- COOPER, C. &HOFFMAN, K. *Transactions in Technology and Implications for Developing Countries*. Reino Unido. SPRU/IDS. Sussex University, 1981.
- EIU INFORMATICS. *The Markets for Microcomputer Software in Europe*. Londres, EIU Ltd, 1984.
- ELSON, S.M. *Legal and Technological Protection of Computer Software*. Reino Unido. University of Aston, 1983. D Phil Thesis.
- ERBER, F.S. *O Complexo Eletrônico: Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, 1983. Discussão, 19.
- EUROPEAN COMPUTING SERVICES ASSOCIATION (ECSA). *Seventh Annual Survey of the Computing Services Industry in Europe*. s.l., 1983.
- FORESTER. T. *The Information Technology Revolution*. Cambridge, The Mit Press, 1985.
- FRISCHTAK. C. *The Informatics Sector in Brazil: Policies, Institutions and the Performance of the Computer Industry*. Washington, D.C., The World Bank, august 1985.
- GRAHAM, N.A. *Industrial Targeting Practices and Trends in the Brazilian Computer Industry*. S.l., 1985. Mimeo.

- HARVARD BUSSINESS SCHOLL *Korea's Computer Strategy*, case prepared by Ashoda Mody and Alice Amsden, Boston, 1985.
- HELENA, S. A. *Indústria de Computadores: Evolução das Decisões Governamentais*. *Revista de Administração Pública*, s.l., out/dez 1980.
- KATZ, J. Technological change and Development in Latin America In: FFRENCH-DAVIS, R. & TIRONI, E. *Latin America and the New International Economic Order*. s.l., Macmillan Press, 1982.
- LUCENA, C.J. *Possibilidades de Desenvolvimento no Brasil de Tecnologias de Quinta Geração: Um Plano de Atuação para o SERPRO*. Rio de Janeiro, 1984. Mimeo.
- McCLELLAN. S.T. *The Coming Computer Industry Shakeout: Winners, Losers & Survivors*. New York, The Free Press, 1980.
- MODY, A. *Recent Evolution of Microelectronics: an Institutional Comparasion of Korea and Taiwan*. s.l., 1985. Mimeo.
- NOCHTEFF, H. *Desindustrializacion y Retrocesso Tecnológico en Argentina 1976-1982: La Industria Electronica de Consumo*. Buenos Aires, FLACSO, 1984.
- O'CONNOR, D. *Global Trends in Electronics: Implication for Developing Countries*. Washington, D.C., The World Bank, 1984.
- O'CONNOR, D. *Case Study of an Emerging Industry: Electronics in Korea Final Draft*, march, 1986.
- OECD. Committee for Information, Computer and Communication Policy. *Software: a New Industry*. Paris, fev. 1984.
- PERINE, L. *Competitividade dos Periféricos Nacionais: Unidades de disco (drive)*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, 1985. Discussão, 75.
- PIRAGIBE, C.V.S. *Competitividade dos Equipamentos Periféricos fabricados no Brasil: Impressoras*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, 1984. Discussão, 61.
- PIRAGIBE, C.V.S. *Indústria de Informática: Desenvolvimento Mundial e Brasileiro*. Rio de Janeiro, Campus, 1985.
- POLLAC, A. The Dauting Power of IBM. *The New York Times*. New York, january 20, 1985.
- PORTER, M.E. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York, The Free Press, 1980.
- RAMAMURTI, R. *State Owned Enterprises in Hihg Technology Industries: Studies in India and Brazil*. New York, Praeger, 1985.
- SEI. *Parque Computacional Instalado*. Boletim Informativo. Brasília, 1983.
- SEI. *Panorama da Indústria Nacional*. Boletim Informativo. Brasília, 4 (12), setembro 1984.
- TAUILE, J.R. *Automação e Competitividade. Tendências no Cenário Internacional*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, 1986. Discussão 100.
- TIGRE, P. B. *Computadores Brasileiros: Indústria, Tecnologia e Dependência*. Rio de Janeiro, Campus, 1984.
- TIGRE, P.B. & PERINE, L. *Competitividade dos Microcomputadores Nacionais*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, 1984. Discussão, 60.

TOMA, T. Microempresas, alta tecnologia. *Dados e Idéias*. São Paulo, 10 (88): 89-90, setembro, 1985.

UNIDO. *Survey of government Policies in Informatics*. s.l., april 1983.

WEGNER, P. *Research Directions in Software Technohgy*. Cambridge, The Mit Press, 1980.

WEIL, V. *Information Systems in the 80's*. s.l., Prentice Hall, 1982.

SÉRIE CAMPUS DE ECONOMIA

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE COMPUTADORES

Este livro é resultado de um trabalho realizado no Instituto de Economia Industrial da UFRJ visando analisar a *indústria brasileira de computadores* à luz das transformações estruturais e tecnológicas em curso a nível internacional. A interpretação destas tendências e a análise do desempenho recente da indústria nacional levam o autor a uma rigorosa avaliação dos desafios competitivos com que nos defrontaremos nos próximos anos. Tais desafios incluem maior estruturação da empresa nacional, capacitação e cooperação tecnológica, inclusive a nível de software e processo de produção, e habilidade política para superar as pressões externas e internas contra a política nacional de Informática.

Discutir amplamente os fatores tecnológicos, econômicos e políticos que podem afetar o futuro da indústria nacional de Informática é o objetivo deste trabalho.

PAULO BASTOS TIGRE

economista, mestre em Engenharia de Produção pela UFRJ e doutor pela Universidade de Sussex (Inglaterra). Trabalhou no Instituto de Economia Industrial da UFRJ e como consultor da ONU, tendo assessorado, em Informática, os governos da Argentina, México, República Popular da China e Trinidad-Tobago. Foi secretário-executivo adjunto da ANPEC e é Diretor de Planejamento da Cobra — Computadores e Sistemas Brasileiros S.A. É autor de vários trabalhos, destacando-se *Computadores Brasileiros — Indústria, Tecnologia e Dependência*, lançado pela Editora CAMPUS.

ISBN 85-7001-446-5