

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ECONOMIA.

*Este exemplar corresponde a edição
final da tese defendida por Ana Lucia
Gonçalves da Silva. Campinas, 12/12/85*

LPW

**A INDÚSTRIA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS SEMICONDUTORES:
PADRÃO DE CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL E
INSERÇÃO DO BRASIL**

ANA LUCIA GONÇALVES DA SILVA

Dissertação de Mestrado apresen-
tada ao Instituto de Economia da
Universidade Estadual de Campi-
nas, sob a orientação do Prof.
Dr. Luciano Galvão Coutinho.

Campinas
Dezembro de 1985

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação foi realizada no Grupo de Pesquisa sobre Novas Tecnologias do Instituto de Economia da UNICAMP, no período de setembro de 1982 a novembro de 1985, contando com o imprescindível apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

Muitos agradecimentos têm que ser feitos às diversas pessoas que, de várias formas, contribuíram para os resultados. É claro que a elas cabem somente os méritos do trabalho, e nenhuma responsabilidade pelas falhas e omissões que nele persistam.

Sem pretender ser exaustiva, sou especialmente grata:

Ao *Fábio Stefano Erber* e *Mariano Francisco Laplane* pela leitura atenta e os comentários aos manuscritos da versão original deste texto.

Ao *Sérgio, Lucila, Cassiolato, Belluzzo, João Manuel, Liana* e outros colegas do Instituto de Economia/UNICAMP pelo estímulo permanente.

Ao *João, Catou* e *Luciana* pelo apoio incondicional na fase final desta empreitada.

Ao *Orlando* pela atenção que sempre me dedicou e pela condução do serviço de datilografia, executado de forma eficiente por *Vera* e *Rosângela*, a quem também agradeço.

Finalmente, ao *Luciano Galvão Coutinho*, meu orientador, a quem admiro profundamente pela capacidade de confiar nas pessoas e, com isso, criar espaço para um trabalho intelectual gratificante.

ÍNDICE

	página
INTRODUÇÃO	1

CAPÍTULO I

DEFINIÇÃO E BREVE HISTÓRICO DA INDÚSTRIA DE SEMICONDU- TORES	5
---	---

CAPÍTULO II

O MERCADO DE SEMICONDUCTORES A NÍVEL MUNDIAL	11
II.1. Dimensão do Mercado em 1984	12
II.2. Distribuição Geográfica do Consumo e da Produção ..	15
II.3. Segmentos do Mercado e Principais Áreas de Aplica- ção	20
II.3.1. Componentes Discretos Versus Circuitos Inte- grados	21
II.3.2. Circuitos Integrados	24
II.3.2.1. Principais áreas de aplicação de CIs	24
II.3.2.2. Principais segmentos do mercado de CIs	28
II.3.2.2.1. Memórias	33
II.3.2.2.2. Microprocessadores ..	37
II.3.2.2.3. Circuitos lógicos ...	40
II.3.2.2.4. Circuitos lineares ..	50

CAPÍTULO III

	página
A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A NÍVEL MUNDIAL: ESTRUTURA E PADRÃO DE CONCORRÊNCIA	52
III.1. Integração Vertical e Especialização: Produtores Cativos e Não-Cativos	53
III.1.1. Dimensão da Produção Cativa	54
III.1.2. Produção Cativa Versus Não-Cativa: Vantagens e Desvantagens	56
III.2. Segmentação do Mercado e Dinâmica da Concorrência.	62
III.2.1. Situação até o Final da Década de Setenta	62
III.2.2. O Surgimento de Novos Produtos Não-Padronizados nos Anos Oitenta	67
III.3. Especialização das Empresas em Segmentos do Mercado de Semicondutores	76
III.4. Concorrência a Nível Mundial: Países e Empresas Líderes	79
III.4.1. Evolução da Distribuição Geográfica da Produção Segundo a Localização da Matriz: 1980 - 1985	79
III.4.2. Liderança nos Principais Segmentos do Mercado - Situação em 1984 - 1985	85
III.4.2.1. Memórias	90
III.4.2.2. Microprocessadores	97
III.4.3. Mudanças nas Posições Relativas das Empresas Líderes	102
III.4.3.1. Semicondutores	102
III.4.3.2. Circuitos integrados	104
III.4.4. Grau de Concentração da Produção de Circuitos Integrados	109

	página
III.5. Estratégias de Internacionalização dos Investimentos	112
III.5.1. Padrão de Distribuição Geográfica da Produção Segundo as Etapas de Fabricação ...	112
III.5.2. Razões para Instalação de Plantas 'Off-shore'	115
III.5.3. Evolução dos Investimentos 'Off-shore' ..	120

CAPÍTULO IV

TENDÊNCIAS NA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A NÍVEL MUNDIAL	126
IV.1. Principais Características da Indústria Mundial de Semicondutores no Início dos Anos Setenta	127
IV.2. Principais Tendências na Indústria de Semicondutores nos Anos Setenta	128
IV.2.1. Aumento da intensidade de capital e dos gastos em pesquisa e desenvolvimento	128
IV.2.2. Desenvolvimento crescente da produção cativa	131
IV.2.3. Aumento da integração vertical	131
IV.2.4. Aumento do grau de concentração industrial	134
IV.2.5. Aumento da especialização em segmentos do mercado de semicondutores	135
IV.3. Principais Características da Indústria de Semicondutores no Final dos Anos Setenta	135
IV.4. Principais Tendências na Indústria de Semicondutores nos Anos Oitenta	142

CAPÍTULO V

	página
A INDÚSTRIA BRASILEIRA DE COMPONENTES SEMICONDUTORES NO CONTEXTO INTERNACIONAL	145
V.1. Constituição da Indústria de Semicondutores no Brasil e Dinâmica da Concorrência a Nível Internacional - Evolução até 1981-1982	146
V.1.1. Cronologia da implantação da indústria de semicondutores no Brasil	147
V.1.2. Periodização do movimento de instalação de subsidiárias segundo a origem do capital e as motivações	154
V.2. Principais Características e Implicações da Atuação de Empresas Estrangeiras na Indústria Brasileira de Semicondutores	160
V.3. A Experiência Fracassada da Transit	166
V.4. Intervenção do Governo Brasileiro na Área de Microeletrônica e Mudanças na Estrutura da Indústria de Semicondutores no Brasil	171
V.4.1. Considerações preliminares	171
V.4.2. Histórico da política governamental brasileira para a área de microeletrônica	173
V.4.3. O "modelo brasileiro" para a área de microeletrônica	182
V.4.4. Mudanças recentes no perfil da indústria brasileira de semicondutores	186
CONSIDERAÇÕES FINAIS	191

	página
ANEXO I	197
BIBLIOGRAFIA	200

INTRODUÇÃO

Esta dissertação trata da indústria de componentes eletrônicos semicondutores, a nível internacional e no Brasil. A questão central que se tentou perseguir, e que serviu de fio condutor de todo o trabalho, foi a da viabilidade de uma indústria nacional de semicondutores no Brasil, sem que se tenha pretendido, de fato, respondê-la, mas apenas contribuir para o debate da mesma.

Esta introdução procura apresentar, de forma sucinta, os principais elementos que permitem apontar o caráter estratégico da indústria de semicondutores, bem como apresentar os elementos principais que nortearam esta dissertação.

A rápida evolução da eletrônica nos últimos tempos tem determinado o crescente alargamento das suas aplicações, fazendo-as participar de um número cada vez maior de atividades vitais às sociedades modernas, como as telecomunicações, o processamento de dados, o controle de processos industriais, a energia nuclear, as atividades espaciais e a produção de equipamentos militares.

Esta evolução tem sido reconhecidamente determinada pelo desenvolvimento dos componentes eletrônicos semicondutores, particularmente os circuitos integrados. Os desenvolvimentos na área de microeletrônica, acelerados sobremaneira nos últimos anos, resultam em substanciais reduções de custo e em melhoras no desempenho em termos de confiabilidade e flexibilidade dos dispositivos e, por extensão, dos equipamentos que os utilizam^(1).

(1) Ver, por exemplo, RADA, J. The Impact of Micro-electronics: A Tentative Appraisal of Information Technology, ILO, Geneva, 1980; e BESSANT, J. R.; BOWEN, J. A. E.; DICKSON, K.E. and MARSH, J. The Impact of Microelectronics. A Review of the Literature, Frances Pinter, London, 1981.

Esses melhoramentos continuados na relação preço-performance dos componentes microeletrônicos são uma força condutora muito importante por detrás do rápido crescimento e da evolução de todo o "complexo eletrônico" (2), particularmente do "setor de tecnologia de informação" (geração, transmissão e tratamento de informação) (3).

É importante observar que a tecnologia da integração em larga escala na confecção de circuitos integrados tem determinado a concentração crescente de subsistemas eletrônicos completos em uma única e minúscula peça de material semicondutor ('chip') que passa a ser tratada como um componente. Neste movimento, cada vez mais, a tecnologia e a engenharia dos produtos finais confundem-se com a tecnologia e engenharia desses dispositivos.

O não-domínio da tecnologia microeletrônica - base técnica dos circuitos integrados - cria, assim, a dependência de importação destes dispositivos, em quantidade e complexidade crescentes, com progressiva redução da faixa tecnológica já dominada por um dado país.

Ademais, a tendência mais recente, verificada a nível mundial, de uma crescente utilização de circuitos integrados feitos sob encomenda na arquitetura interna dos equipamentos eletrônicos finais, aumenta a importância estratégica da implantação de uma indústria de semicondutores assentada em bases nacio-

(2) Este conceito abrange vários setores econômicos crescentemente baseados sobre a tecnologia digital - informática, equipamentos de automação de escritórios, telecomunicações, equipamentos de automação industrial, instrumentação técnica e científica e eletrônica de consumo. Para uma discussão detalhada, ver ERBER, Fábio S. O Complexo Eletrônico - Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição. IEI/UFRJ, 1983.

(3) Ver, por exemplo, DAVIDSON, William H. The Information Technology Sector, June 1982 (mimeo).

nais, na medida que impossibilita, ou pelo menos torna mais difícil e custosa, a adoção da estratégia de "reverse-engineering" por parte das empresas produtoras desses equipamentos.

Desta forma, a posição-chave da tecnologia microeletrônica na cadeia de transformações tecnológicas em curso coloca a capacitação tecnológica no setor de componentes semicondutores em termos de alta prioridade para a autonomia decisória do país em relação às definições de política econômica, industrial e de defesa nacional, bem como sobre o próprio processo de informatização da sociedade como um todo.

Os países industrializados são praticamente unânimes quanto à necessidade de uma indústria nacional de componentes semicondutores^(4). A implantação dessa indústria, porém, é uma tarefa árdua e capaz de levantar posições discordantes quanto à sua viabilidade.

A estrutura e a dinâmica da indústria de semicondutores a nível mundial, pelo seu caráter de indústria internacionalizada, colocam sérios entraves aos países que procuram entrar retardatariamente no setor^(5).

Aqui, talvez mais do que em qualquer outro setor de ponta, entrar atrasado exige, por parte do país entrante, uma

(4) São ilustrativas desse posicionamento as recomendações feitas nos estudos: BONELLI, Pierre e FILLION, Alain. L'Impact de la Microélectronique, Commissariat Général du Plan, 1980; e Planning Now for an Information Society - Tomorrow is too late, Science Council of Canada, March 1982.

(5) Ver a respeito, por exemplo, RADA, J. (1980), op. cit., capítulo 7; RADA, J. The Microelectronics Revolution: Implications for the Third World; RIPPER, Mário Dias. "Em Questão: A Indústria Nacional de Microeletrônica, in Revista Brasileira de Tecnologia, v. 14, nº 2 - mar/abr 1983, pp. 20-32.

política agressiva e determinada para a área, de longo prazo, e articulada a uma política industrial global coerente, que integre todos os segmentos do complexo eletrônico, bem como os setores não diretamente a ele vinculados, mas que são, também, beneficiários dos avanços tecnológicos alcançados a partir do pólo microeletrônica-informática-telecomunicações.

Além disso, exige que se tenha clareza das condições internacionais da indústria e da sua dinâmica de concorrência, para que seja possível explorar as brechas certas, nos momentos adequados.

A questão da viabilidade de uma indústria nacional de componentes semicondutores, no caso do Brasil, deve passar, portanto, pela avaliação da situação internacional do setor, buscando, fundamentalmente, delinear quais as suas características básicas e qual o padrão de concorrência vigente; pela investigação sobre quais as brechas existentes para a entrada no setor; e pela análise da situação da indústria brasileira de semicondutores e de sua inserção na estrutura industrial brasileira, particularmente de suas articulações com os demais segmentos do complexo eletrônico.

É dentro deste contexto mais geral, que elege, como questão central, os condicionantes e a viabilidade de implantação de uma indústria nacional de componentes semicondutores no Brasil, que se insere a presente dissertação. Nela, procurou-se avançar no sentido de cumprir, ainda que de forma preliminar e incipiente, as tarefas acima mencionadas.

CAPÍTULO I: DEFINIÇÃO E BREVE HISTÓRICO DA INDÚSTRIA
DE SEMICONDUTORES

CAPÍTULO I

DEFINIÇÃO E BREVE HISTÓRICO DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

A indústria de semicondutores pode ser definida como o ramo da indústria de componentes eletrônicos (ver Quadro I.1) que, pela utilização das propriedades dos materiais semicondutores^(1) (em geral, o silício) fornece dispositivos para sistemas e subsistemas de equipamentos eletrônicos finais.

A indústria de semicondutores teve início no começo dos anos cinquenta, com o desenvolvimento do transistor (inventado em 1947), que veio substituir as antigas válvulas eletrônicas. O transistor, que é o antecessor imediato dos circuitos integrados, inaugurou a "tecnologia de estado sólido", pelo uso de materiais semicondutores.

Nesses trinta anos, a indústria de semicondutores já conheceu quatro gerações de produtos:

a) A primeira é a geração dos dispositivos semicondutores discretos (transistores, diodos, tiristores, etc.) e se estende do início dos anos cinquenta até os dias de hoje. Um dispositivo discreto é um componente que desempenha uma única função eletrônica, necessitando ser ligado (conectado) a outros componentes para formar um circuito elétrico.

b) A segunda é a geração dos circuitos integrados em

(1) Os materiais semicondutores são aqueles que possuem uma condutividade elétrica situada entre a alta condutividade dos metais e a baixa condutividade dos isoladores. Assim, em certas condições podem agir como condutores e, em outras, como isolantes, o que lhes permite realizar tarefas de componentes ativos num circuito elétrico, modulando, retificando e ampliando sinais elétricos. Para maiores detalhes, ver, por exemplo, DOSI, Giovanni, The Semiconductor Industry, Inglaterra, SPRU-University of Sussex, 1979 (mimeo).

QUADRO I.1

CLASSIFICAÇÃO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS

1. ATIVOS

1.1. Optoeletrônicos

1.2. Tubos (válvulas)

1.3. Semicondutores

1.3.1. Discretos

1.3.1.1. Transistores

1.3.1.2. Diodos

1.3.1.3. Tiristores

1.3.1.4. Retificadores

1.3.1.5. Outros

1.3.2. Circuitos Integrados

1.3.2.1. Lineares

1.3.2.2. Lógicos

1.3.2.3. Memórias

1.3.2.4. Microprocessadores

2. PASSIVOS

2.1. Resistores

2.2. Capacitores

2.3. Circuitos Impressos

2.4. Outros

3. HÍBRIDOS

FONTE: Electronics, 12/01/84 e ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation.

pequena e média escala ('small scale integration-SSI' e 'medium scale integration-MSI') e se estende do início da década de sessenta até o presente.

Um circuito integrado reúne funções de inúmeros componentes discretos em um único 'chip' (fração de pastilha de silício) que, assim integrados, conduzem-se como um único e complexo sistema. Os circuitos integrados diferenciam-se por níveis de integração.

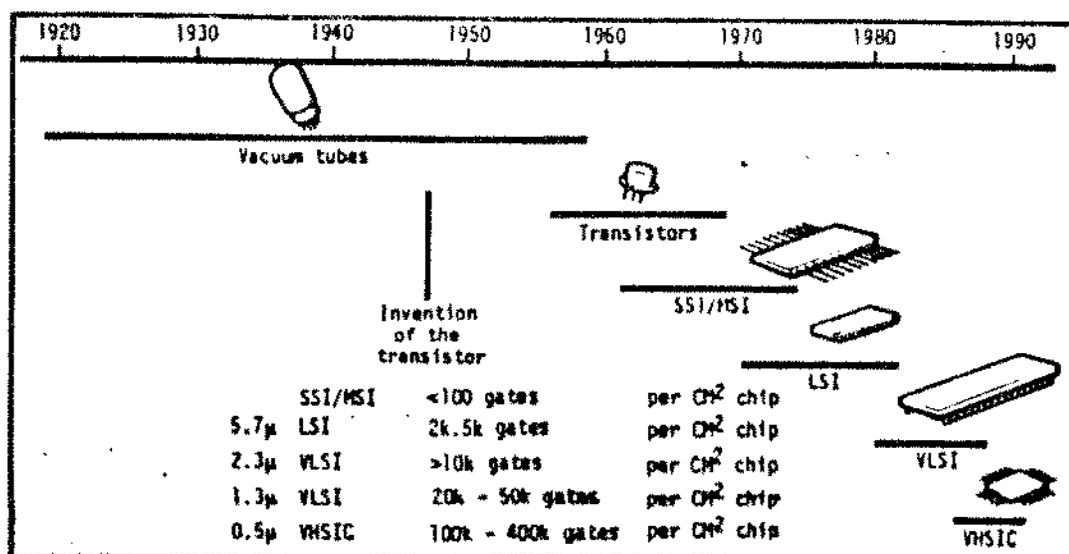
c) A terceira geração de semicondutores é a dos circuitos integrados em larga escala ('large scale integration-LSI') e se estende do início dos anos setenta até o presente.

d) A quarta é a geração dos circuitos integrados em escala muito ampla ('very large scale integration-VLSI'), que integra, atualmente, quase 1.000.000 de componentes por 'chip'. Esta geração de semicondutores vem sendo gestada desde o início dos anos oitenta.

A Figura I.1 apresenta a evolução da tecnologia eletrônica, desde a invenção da válvula na década de vinte. Como se pode observar, uma quinta geração é esperada ainda para esta década: a dos circuitos integrados VHSIC ('very high speed integrated circuits') que promete dominar o mercado num futuro não remoto.

FIGURA I.1

EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA ELETRÔNICA
1920-1990



FONTE: Electronics Times, nº 109, 15 January 1981, p. 23.
Extraído de: ERNST, Dieter. Restructuring World Industry in a Period of Crisis - The Role of Innovation. An Analysis of Recent Developments in the Semiconductor Industry. UNIDO, December 1981, p.66.

Dentro de cada geração de semicondutores, "existem várias famílias de produtos, cada um dos quais seguindo seu próprio ciclo de vida. Por exemplo, dentro dos dispositivos discretos, as vendas de dispositivos discretos convencionais estão declinando, ao passo que as de dispositivos discretos para propósitos especiais vêm crescendo. (...) Em geral, os dispositivos semicondutores de gerações diferentes parecem ter um período de introdução e crescimento de, aproximadamente, dez anos, antes de alcançar sua maturidade. O período para produtos individuais, entretanto, é consideravelmente menor, mais provavelmente de três a seis anos." (2)

(2) CHANG, Y. S. The Transfer of Technology: Economics of Offshore Assembly. The Case of Semiconductor Industry. N. York, UNITAR, 1971, p.8.

Os desenvolvimentos na área da microeletrônica, acelerados sobremaneira nos últimos anos, resultam em substanciais reduções de custo e em melhoras no desempenho em termos de confiabilidade e flexibilidade dos dispositivos e, por extensão, dos equipamentos que os utilizam. Esses melhoramentos continuados na relação preço-performance dos componentes microeletrônicos são uma força condutora muito importante por detrás do rápido crescimento e da evolução de todo o complexo eletrônico, particularmente do setor de tecnologia de informação.

É importante ressaltar que a tecnologia microeletrônica está, ainda, em seus primórdios, longe de seu completo desenvolvimento e amadurecimento. A previsão é de que, até 1990, haverá um decréscimo de custo por função de 3.000 a 4.000 vezes, o que significa que esta tecnologia não está nem sequer na metade do caminho, do ponto de vista de alcançar sua maturidade. (3)

(3) RADA, J. Relações Internacionais em Microeletrônica. Palestra proferida no Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC, Campinas, julho de 1983.

CAPÍTULO II: O MERCADO DE SEMICONDUTORES A NÍVEL MUNDIAL

CAPÍTULO II

O MERCADO DE SEMICONDUTORES A NÍVEL MUNDIAL

II.1. Dimensão do Mercado em 1984

As vendas mundiais de componentes eletrônicos semicondutores atingiram a cifra de 33,2 bilhões de dólares, em 1984, o correspondente a, aproximadamente, 9,8% das vendas de equipamentos eletrônicos (340 bilhões de dólares)^(1). Esse ano, apresenta-se, entretanto, como um ano atípico para uma avaliação das reais dimensões do mercado mundial de semicondutores, tanto em termos absolutos quanto relativos.

Uma elevação excessiva no nível de encomendas de componentes semicondutores, por parte dos produtores de equipamentos finais, durante o ano de 1983 e os primeiros meses de 1984, conduziu a um crescimento expressivo das vendas entre o 2º trimestre/83 (inclusive) e dezembro/84, mas que teve como contrapartida uma elevação geral dos estoques de componentes semicondutores. O ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation estima que cerca de 3 bilhões de dólares foram acumulados, em 1984, como estoques em excesso destes componentes^(2). Como consequência, os primeiros meses de 1985 têm-se apresentado como alguns dos piores para a indústria de semicondutores.

(1) ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 15.

(2) ICE (1985), op. cit, p. 14.

A Tabela II.1, a seguir, apresenta as vendas mundiais de componentes semicondutores e equipamentos eletrônicos, para o período 1983-1985, evidenciando o crescimento desordenado dos primeiros, em 1984, e seu reflexo sobre o comportamento das vendas em 1985, cujo declínio se deve não apenas à necessidade de correção dos níveis de estoques, como também a uma queda (em alguns casos, acentuada) do nível de preços dos componentes^(3).

Não fora este comportamento atípico, as vendas mundiais de semicondutores ter-se-iam situado em torno de 27 bilhões de dólares, em 1984 (aliás, esta era a estimativa da ElectronicsWeek, para este ano)^(4), correspondendo a, aproximadamente, 7,9% das vendas de equipamentos eletrônicos.

Quanto à evolução do mercado de semicondutores nos próximos anos, o ICE estima uma taxa média de crescimento de 17% a.a., tomando-se o período 1983-1990^(5), atingindo o valor de 68 bilhões de dólares, neste último ano. Para o mesmo período, a estimativa de crescimento das vendas mundiais de equipamentos eletrônicos, segundo a mesma fonte, é de 14% a.a., com um total de 700 bilhões de dólares, em 1990.

A participação do valor das vendas de semicondutores no total das vendas de equipamentos é estimada, assim, para 1990, em 9,7%, registrando uma elevação significativa em relação àquela observada em 1983 (7,7%).

Os três pontos de diferença observados nas taxas de

(3) Ver, a respeito, ICE (1985), op. cit., pp.1-23.

(4) ElectronicsWeek, 01/01/85 (Special Report: "Bright Gains in 1985 for Major Markets"), p. 63.

(5) ICE (1985), op. cit., p. 21.

TABELA II.1

VALOR DAS VENDAS MUNDIAIS⁽¹⁾ DE COMPONENTES SEMICONDUTORES E DE
EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS
1983-1985

(US\$ Bilhões)

DISCRIMINAÇÃO	1983	1984	1985 ⁽²⁾	TAXA DE CRESCIMENTO (%)		PART. PERCENTUAL SC/EQ. ELETR. (%)		
				1984/83	1985/84	1983	1984	1985
Componentes Semicondutores	22,2	33,2	29,7	+ 55%	- 11%	7,7%	9,8%	7,9%
Equipamentos Eletrônicos	288,0	340,0	375,0	+ 18%	+ 10%	-	-	-

(1) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(2) Previsão.

FONTE: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 15.

crescimento, em favor das vendas de semicondutores são devidos à crescente "penetratividade" dos dispositivos semicondutores em todos os tipos de equipamentos eletrônicos.

II.2. Distribuição Geográfica do Consumo e da Produção

Os EUA, Europa e Japão responderam, em 1983, por 90,6% do consumo total de semicondutores e 93,3% do consumo de circuitos integrados^(6). Do ponto de vista da produção, segundo a área de localização da sede da empresa fabricante, a concentração nos países avançados é ainda maior: 98,1% e 98,7%, respectivamente para o total de semicondutores e para circuitos integrados, nesse mesmo ano. A Tabela II.2 apresenta estes dados por região.

Como pode ser observado, as empresas norte-americanas produziram 61,3% dos componentes semicondutores, enquanto os EUA consumiram 52,2% da produção mundial. Para os circuitos integrados, estas percentagens foram ainda mais elevadas (66,85% e 58,7%, respectivamente), indicando o domínio tecnológico e a magnitude do mercado norte-americano.

Cabe salientar, entretanto, que os EUA já detiveram uma melhor posição, mesmo tomando-se como referência um ano relativamente próximo. Em 1980, a participação dos EUA na produção e consumo mundiais de semicondutores e circuitos integrados era a seguinte:

(6) Conforme será apresentado no item II.3, o mercado de componentes semicondutores divide-se em dois grandes segmentos: componentes discretos e circuitos integrados.

TABELA II.2
MERCADO MUNDIAL⁽¹⁾ DE COMPONENTES SEMICONDUTORES
1983

(US\$ Milhões)

a) Produção por área de localização da matriz

ÁREA	SEMICONDUTORES		CIRCUITOS INTEGRADOS	
	Valor	%	Valor	%
EUA	13.620	61,3	11.475	66,85
Europa Oc.	1.975	8,9	1.040	6,1
Japão	6.210	27,9	4.420	25,75
Outros	430	1,9	230	1,3
TOTAL	22.235	100,0	17.165	100,0

b) Consumo por Área⁽²⁾

ÁREA	SEMICONDUTORES %	CIRCUITOS INTEGRADOS %
EUA	52,2	58,7
Europa Oc.	17,3	14,3
Japão	21,1	20,3
Outros	9,4	6,7

(1) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(2) Estimativas preliminares.

FONTE: Produção: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 12.

Consumo: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p. 7.

<u>EUA - 1980</u> ^(7) :	<u>SCs</u>	<u>CIIs</u>
Produção	65,8%	73,3%
Consumo	50,8%	59,1%
Diferença (1980)	+ 15,0%	+ 14,2%
Diferença (1983) ^(8)	+ 9,1%	+ 8,1%

Assim, além de passarem a deter uma menor participação na produção e no consumo mundiais, os EUA apresentaram, em 1983, um diferencial entre produção e consumo a seu favor significativamente menor do que o observado em 1980.

As empresas japonesas, por sua vez, produziram, em 1983, 27,9% do valor da produção mundial de componentes semicondutores, enquanto o Japão consumiu 21,1%, neste mesmo ano. Para os circuitos integrados, os valores foram um pouco menores (25,75% e 20,3%, respectivamente), refletindo a maior importância relativa dos componentes discretos no Japão, tanto a nível da produção quanto do consumo.

Em contraste com a deterioração da posição americana, o Japão apresentou, em 1983, uma situação melhor que a observada em 1980, como se depreende da comparação entre os dados apresentados e os que se seguem, referentes a 1980, ampliando inclusive o diferencial, a seu favor, entre produção e consumo:

(7) ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 82 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1982, pp.5-6.

(8) A partir dos dados da Tabela II.2.

<u>Japão - 1980</u> ^(9) :	<u>SCs</u>	<u>CIs</u>
Produção	22,7%	19,8%
Consumo	19,3%	16,7%
Diferença (1980)	+ 3,4%	+ 3,1%
Diferença (1983) ^(10)	+ 6,8%	+ 5,4%

A Europa, ao contrário dos EUA e do Japão, não é auto-suficiente em termos da produção por parte dos fabricantes de origem europeia. Estes produziram, em 1983, apenas 8,9% do valor da produção mundial de semicondutores, enquanto a Europa respondeu por 17,3% do consumo mundial. Em circuitos integrados, o 'gap' apresentou-se um pouco menor (6,1% e 14,3%, respectivamente). A Europa importa (principalmente dos EUA) mais da metade do seu consumo de semicondutores.

No caso da Europa, o confronto entre 1980 e 1983 revela uma melhoria da posição europeia, com a redução do 'gap' entre produção e consumo, como pode ser observado, a seguir:

<u>Europa Oc. - 1980</u> ^(11) :	<u>SCs</u>	<u>CIs</u>
Produção	9,6%	5,8%
Consumo	21,7%	18,5%
Diferença (1980)	- 12,1%	- 12,7%
Diferença (1983) ^(12)	- 8,4%	- 8,2%

Quanto aos demais países, verifica-se que responderam, em 1983, por 1,9% e 1,3% da produção mundial de semicondutores e

(9) ICE (1982), op. cit., pp.5-6.

(10) A partir dos dados da Tabela II.2.

(11) ICE (1982), op. cit., pp.5-6.

(12) A partir dos dados da Tabela II.2.

circuitos integrados, respectivamente, e por 9,4% e 6,7% do consumo mundial de semicondutores e circuitos integrados, respectivamente.

A título de comparação com a situação vigente em 1980, apresenta-se, a seguir, estas participações para o referido ano:

<u>Outros Países - 1980</u> ^(13) :	<u>SCs</u>	<u>CIIs</u>
Produção	1,9%	1,1%
Consumo	8,2%	5,7%
Diferença (1980)	- 6,3%	- 4,6%
Diferença (1983) ^(14)	- 7,5%	- 5,4%

Verifica-se a ocorrência de uma deterioração da situação destes países, pela ampliação do 'gap' entre a produção e o consumo dos mesmos, em decorrência do aumento do consumo sem uma contrapartida equivalente do lado da produção.

É necessário registrar, entretanto, que, no período recente, alguns países do Terceiro Mundo vêm entrando, através de empresas locais, na produção de componentes semicondutores. O caso mais significativo é o representado pela Coreia do Sul, que vem realizando pesados investimentos nesta área^(15). Ocorre que o incremento da participação destes países nesta atividade levará algum tempo para impactar o mercado de maneira mais significativa.

(13) ICE (1982), op. cit., pp.5-6.

(14) A partir dos dados da Tabela II.2.

(15) Ver, por exemplo, CHUNG, Joseph S. National Policies for Developing High Technology Industries: Korea's Informatics Industry. Preparado para o Symposium on National Policies for High Technology Industries: International Comparisons, SRI International. Washington, D. C., September 12-13, 1985.

Desta forma, é de se esperar que a produção futura de dispositivos semicondutores por parte destes países fique estacionada em cerca de 2 a 3% da produção total ainda pelos próximos anos. O consumo de componentes, por parte destes países, entretanto, deverá expandir-se significativamente até o final da década, principalmente devido ao aumento da demanda por bens eletrônicos de consumo. O ICE^(16) estima que o consumo de circuitos integrados, por parte destes países, no período 1981-1985, cresceu a uma taxa média em torno de 40% a.a.

II.3. Segmentos do Mercado e Principais Áreas de Aplicação

Inicialmente atrelados à demanda oriunda das atividades espaciais e, posteriormente, impulsionados pela demanda exercida pela indústria de computadores, os componentes semicondutores têm tido, nos anos recentes, suas aplicações crescentemente ampliadas, sendo utilizados, hoje, em uma ampla extensão de produtos de consumo, industriais e militares. Atualmente, praticamente toda a indústria de informática, telecomunicações, controle de processos, instrumentação e entretenimento depende fortemente desses dispositivos, sendo o chamado setor de tecnologia de informação^(17) o maior consumidor de componentes microeletrôni-

(16) ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p. 7.

(17) O setor de tecnologia de informação inclui as indústrias microeletrônica, de equipamentos de processamento de informação (abrangendo computadores, periféricos e equipamentos de escritório) e de telecomunicações. Ver, por exemplo, DAVIDSON, William H. The Information Technology Sector, June 1982 (mimeo).

cos, a nível mundial^(18). Cabe observar, entretanto, que a distribuição da demanda de semicondutores por setor demandante varia de país para país, em função do peso de cada um dos segmentos de bens finais que compõem o complexo eletrônico do país em questão.

II.3.1. Componentes Discretos Versus Circuitos Integrados

Os componentes semicondutores dividem-se em componentes discretos^(19) e circuitos integrados^(20). Em 1984, do total de 33,2 bilhões de dólares das vendas mundiais de semicondutores, aproximadamente 80% corresponderam a vendas de circuitos integrados, num total de 26,6 bilhões de dólares^(21).

Os componentes discretos têm apresentado lento crescimento desde meados dos anos sessenta (comparativamente à espetacular expansão dos circuitos integrados), como resultado da crescente incorporação de funções anteriormente executadas pelos componentes discretos aos circuitos integrados.

(18) Informações mais detalhadas sobre a distribuição da demanda segundo o setor demandante serão apresentadas mais adiante, para o segmento de circuitos integrados, o mais significativo do total de semicondutores, e para o qual existe maior disponibilidade de informações.

(19) Os dispositivos discretos são aqueles que desempenham uma única função eletrônica (transistor, diodo, tiristor e retificador) necessitando serem conectados a outros componentes para formar um circuito elétrico.

(20) Os circuitos integrados reúnem funções de inúmeros componentes discretos em um único 'chip' (fração de pastilha de silício) que, assim integrados, conduzem-se como um único e complexo sistema. Os circuitos integrados diferenciam-se por níveis de integração, e a tendência é no sentido de CIs cada vez mais complexos e de mais alta performance; portanto, de aumento crescente na densidade dos mesmos.

(21) ICE (1985), op. cit., p. 12. Para 1985, as previsões do ICE são de que as vendas mundiais de circuitos integrados e componentes discretos se situem em torno de 23,6 e 6,1 bilhões de dólares, respectivamente.

De fato, uma das principais características da evolução é que, cada vez mais intensamente, conjuntos de componentes discretos são substituídos por circuitos integrados. O único segmento em que esse comportamento não se verifica e, segundo alguns autores, nem é razoável supor que venha a ocorrer em um futuro previsível, é o segmento correspondente a dispositivos de alta potência (e/ou alta tensão) (22).

Segundo CUHNEY (23), em 1967 os componentes discretos correspondiam a 75% do valor das vendas mundiais de semicondutores e, em 1976, a apenas 48%. Atualmente, a demanda por componentes discretos (em grande parte, transistores e diodos) responde por cerca de 20% do total das vendas de semicondutores, e a previsão é de que esta participação continue a cair (24). Segundo o ICE (25), por exemplo, a taxa média de crescimento das vendas de componentes discretos é estimada em 9% a.a., para o período 1983-1990, contra 19% a.a., no caso dos circuitos integrados, com o mercado destes componentes atingindo 9 e 59 bilhões de dólares, respectivamente, o que significa que a participação dos discretos deverá ser reduzida para 13%, em 1990.

(22) Ver, por exemplo, GEICOM. Plano Diretor de Semicondutores, setembro 1979, Anexo B, p. 4.

(23) CUHNEY, Adam F. Worldwide Semiconductor Industry. Reynolds Securities, January 1977. Citado em MACKNIGHT, Glory. A Indústria de Semicondutores Eletrônicos do Brasil. Tese de Mestrado. COPPE/UFRJ, 1982, p. 33.

(24) Alguns analistas, entretanto, chamam atenção para o fato de que esse processo de substituição pode estar para ser completado, e o crescimento dos discretos pode vir a surpreender. Ver, a respeito, ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 80 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1980, p.9.

(25) ICE (1985), op. cit., p. 21.

Mesmo mantendo um crescimento inferior aos circuitos integrados, os dispositivos discretos continuam sendo um segmento importante da indústria de semicondutores, por serem dispositivos capazes de realizar funções a níveis mais altos de potência elétrica, o que configura uma vantagem com relação aos circuitos integrados, para determinadas aplicações como, por exemplo, transmissão de energia elétrica.

Porém, sem dúvida, é o segmento de circuitos integrados que tem apresentado um maior dinamismo, tanto em termos quantitativos (expresso nas elevadas taxas de crescimento de suas vendas e na conseqüente ampliação de sua participação no total do mercado de semicondutores), quanto em termos qualitativos, expresso nos melhoramentos continuados na relação preço-performance dos dispositivos, como resultado dos contínuos desenvolvimentos da tecnologia da integração em larga escala utilizada na confecção destes circuitos.

Em resumo, pode-se enumerar três razões principais para a maior importância dos circuitos integrados frente aos demais componentes eletrônicos:

- a natureza dos circuitos integrados determina, em grande medida, a qualidade e a capacidade funcional dos produtos aos quais são incorporados;
- os rápidos avanços técnicos e as melhoras contínuas na relação preço-performance que caracterizam os circuitos integrados são uma força motora muito importante por detrás do rápido crescimento e evolução de todo o complexo eletrônico, a nível mundial;
- o mercado de circuitos integrados é, em si mesmo, considerável, sendo esperado que cresça dos 26,6 bilhões de dólares estimados para 1984, ou dos 23,6 bi

lhões previstos para 1985, para cerca de 59 bilhões, no final dos anos oitenta^(26).

Por estas razões centrar-se-á a análise no segmento de circuitos integrados.

II.3.2. Circuitos Integrados

II.3.2.1. Principais áreas de aplicação de CIs

A principal área de aplicação de circuitos integrados, a nível mundial, é a de processamento de dados, seguida da de bens de consumo, telecomunicações, industrial e governo/militar, conforme pode ser observado na Figura II.1, que apresenta dados, para o ano de 1984, sobre o mercado mundial de circuitos integrados por tipo de aplicação e por área geográfica de origem das empresas de CIs que atendem cada segmento do mercado.

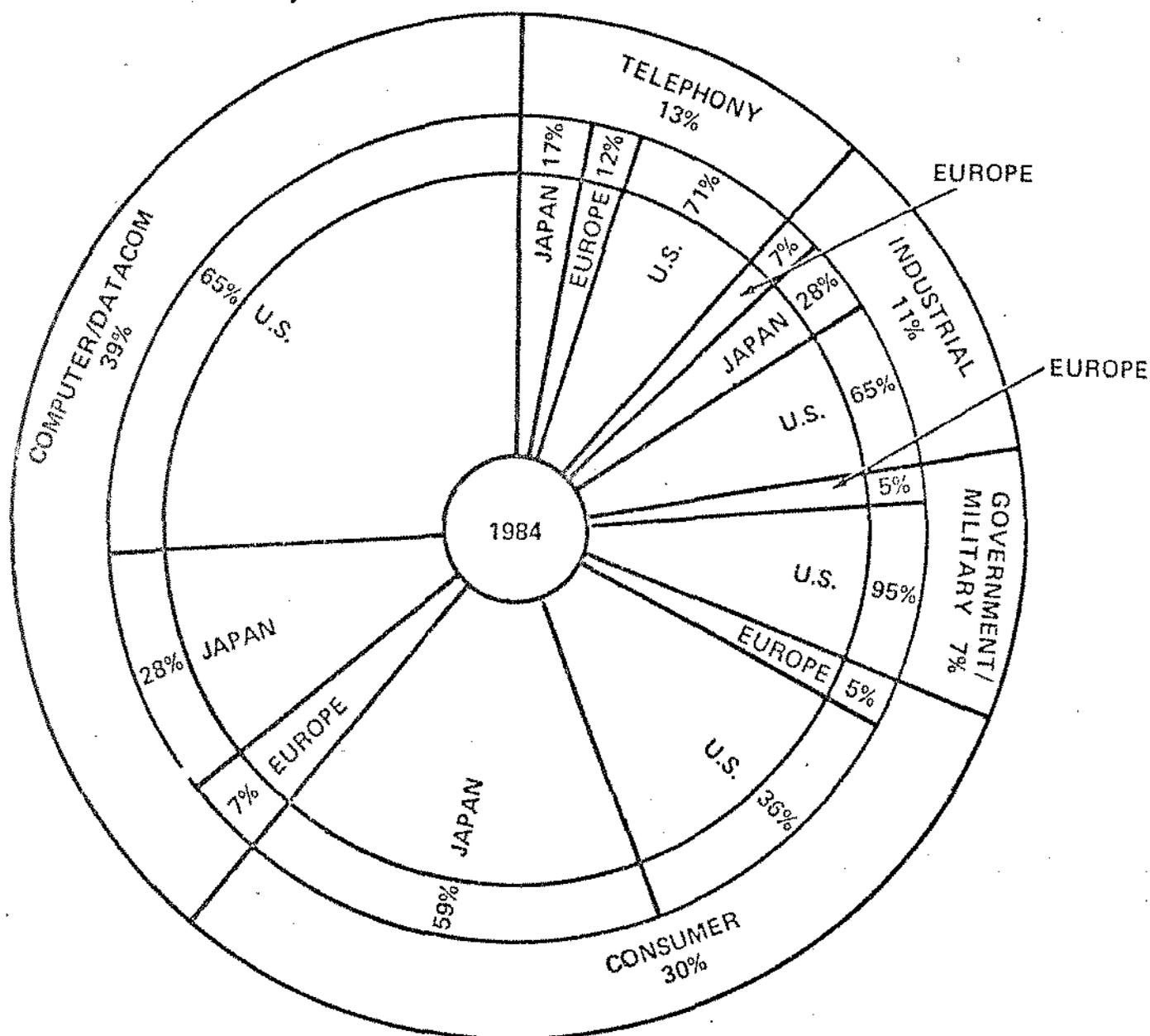
Cabe observar que a distribuição percentual do mercado de circuitos integrados por tipo de aplicação, apresentada na referida Figura, foi obtida a partir das vendas dos produtores que atuam no mercado aberto, ou seja, excluindo a produção dos produtores cativos, aqueles que produzem apenas para seu próprio consumo. Isto significa que as participações dos segmentos de equipamentos de processamento de informação e, em menor medida, de telecomunicações estão subestimadas, uma vez que são nestes segmentos que se concentram os maiores produtores cativos de circuitos integrados, em particular no primeiro, onde a IBM apre-

(26) Uma outra estimativa, esta apresentada pela ElectronicsWeek, indica que o mercado mundial de circuitos integrados deverá alcançar, em 1990, algo entre 47 e 63 bilhões de dólares (ElectronicsWeek 01/01/85, p. 63).

FIGURA II.1

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO MERCADO MUNDIAL ⁽¹⁾ DE
CIRCUITOS INTEGRADOS, POR TIPO DE APLICAÇÃO E
ÁREA GEOGRÁFICA
1984

(%)



(1) Tomando-se as vendas dos produtores, com localização da matriz nos EUA, Europa Ocidental e Japão, e que atuam no mercado aberto, ou seja, excluindo aqueles que produzem apenas para consumo próprio.

FONTE: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 134.

sentada uma produção para consumo próprio que equivale à produção do maior produtor para o mercado aberto, a Texas Instruments.

De qualquer forma, fica evidente que o mercado de computadores e automação de escritórios é o maior segmento usuário de circuitos integrados, sendo que os produtores norte-americanos são os que detêm a maior parcela no atendimento deste. O segundo maior segmento é o de bens de consumo^(27), que, em contraste, é dominado por produtores japoneses.

Esta distinção, entre as áreas de atuação principal dos EUA e do Japão, é relevante para a análise da evolução recente das empresas líderes no mercado de circuitos integrados, apresentada mais adiante, uma vez que o desempenho destes dois segmentos de equipamentos finais tem-se apresentado de forma diferenciada, no período recente.

De um lado, o segmento de bens de consumo tem apresentado um desempenho relativamente forte, no período recente. De outro, uma brusca e inesperada queda do mercado de computadores (todos os computadores, e não apenas os computadores pessoais, como era esperado) e de equipamentos para automação de escritórios tem causado problemas para a maior parte dos produtores de circuitos integrados, particularmente devido ao caráter inesperado da situação. A redução no ritmo de crescimento do mercado de computadores pessoais era já esperada. Entretanto, o reduzido nível da demanda por equipamentos de processamento de dados, em

(27) Inclui calculadoras (25%), jogos/brinquedos (23,2%), relógios (16,1%), rádio/TV (10,7%), automóveis (7,1%), eletrodomésticos (3,6%) e outros (14,3%). Os valores apresentados dentro dos parênteses correspondem à participação percentual de cada um desses sub-setores no total do mercado (aberto) de circuitos integrados destinados ao segmento de bens de consumo, referente ao ano de 1980, segundo o ICE (1980), op. cit., p. 34.

geral, bem como por equipamentos de telecomunicações, efetivamente foi um choque, tanto para os produtores de sistemas quanto para os produtores de semicondutores^(28).

Um outro ponto de destaque aflora da comparação entre a situação apontada na Figura II.1, referente ao ano de 1984, e a vigente em 1983^(29). Esse confronto evidencia a perda de importância relativa dos produtores norte-americanos no atendimento dos mercados de CIs para a área de computadores e industrial, como pode ser observado na Tabela II.3, perda esta expressiva levando-se em conta que se deu no curto espaço de um ano. Para os demais tipos de aplicação, as participações percentuais das três regiões no atendimento da demanda de CIs apresentam-se idênticas nos dois anos, motivo pelo qual não são apresentadas na referida Tabela.

(28) ICE (1985), op. cit., p. 1.

(29) A comparação com períodos anteriores, certamente, seria mais elucidativa, mas é impossibilitada pela não disponibilidade de informações a este nível de desagregação.

TABELA II.3
MERCADO MUNDIAL⁽¹⁾ DE CIRCUITOS INTEGRADOS (TIPO DE APLICAÇÃO: COMPUTADORES E INDUSTRIAL) - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL POR ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DA MATRIZ
1983 - 1984

ÁREA GEOGRÁFICA	(%)			
	COMPUTADORES		INDUSTRIAL	
	1983	1984	1983	1984
EUA	86%	65%	74%	65%
Europa Ocidental	4%	7%	5%	7%
Japão	10%	28%	21%	28%

(1) Tomando-se as vendas dos produtores, com localização da matriz nos EUA, Europa Ocidental e Japão, e que atuam no mercado aberto, ou seja, excluindo aqueles que produzem apenas para consumo próprio.

FONTE: 1983 - ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p. 95.
 1984 - ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 134.

II.3.2.2. Principais segmentos do mercado de CIs

O mercado de circuitos integrados está dividido em várias famílias de dispositivos, que levam em conta diversos critérios de classificação, o que torna complexa a utilização das informações disponíveis sobre o mesmo.

Com o intuito de tornar mais transparente o uso das diversas classificações existentes, apresenta-se, a seguir (Tabela II.4 e Quadro II.1), os principais critérios de classificação usualmente adotados na área de circuitos integrados. Os referidos quadros incluem, ainda, a participação percentual de cada segmen-

TABELA II.4

**CIRCUITOS INTEGRADOS - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DE CADA
SEGMENTO NO TOTAL DO MERCADO⁽¹⁾, SEGUNDO OS PRINCIPAIS
CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO
1983-1985 e 1990**

PRINCIPAIS CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO	1983	1984	1985	1990	
				ICE ⁽²⁾	EW ⁽³⁾
(%)					
<hr/>					
1. Segundo a forma de representação dos dados:					
1.1. analógico (ou linear) ⁽⁴⁾	24		20		14
1.2. digital	76		80		86
<hr/>					
2. Segundo a tecnologia do processo de produção:					
2.1. bipolar (analógico ou digital)	50	41	40		
2.2. MOS (digital)	50	59	60		
<hr/>					
3. Segundo a aplicação:					
3.1. memória (digital; bipolar ou MOS)	29			34 ⁽⁵⁾	41 ⁽⁵⁾
3.2. microprocessador (idem)	12				19
3.3. circuito lógico (idem)	35	31		28	26
3.4. circuito linear (analógico; bipolar)	24		20		14
<hr/>					
4. Segundo a forma de produção:					
4.1. produzidos em massa (produtos padronizados)	91	91	88	83	
4.2. produzidos sob encomenda (produtos não-padronizados)	9	9	12	17	

(1) Exclui a produção dos produtores cativos.

(2) Segundo o ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation.

(3) Segundo a ElectronicsWeek.

(4) Inclui dispositivos híbridos (linear-MOS)

(5) Esta participação refere-se apenas às memórias MOS, não estando incluída a participação de memórias bipolares, que entretanto, representam uma parcela pouco expressiva do mercado de memórias (aproximadamente 17%, em 1983, segundo o ICE (1983), *op. cit.*, p. 97).

FONTE: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status-83 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p. 97.

ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 18, 69, 86, 88, 148 e 161.
Electronics-Week, 01/01/85, p.64.

QUADRO II.1

CIRCUITOS INTEGRADOS - CLASSIFICAÇÃO GERAL⁽¹⁾
1983

<u>1. Segundo a forma de representação dos dados:</u>	<u>2. Segundo a tecnologia do processo de produção:</u>	<u>3. Segundo a aplicação:</u>	<u>4. Segundo a forma de produção:</u>
Analógico (ou linear) (24%)	Bipolar (24%)	Circuito linear (24%)	
Digital (76%)	Bipolar (26%)	Memórias (29%)	
		MPUs (12%)	
	MOS (50%)	Lógicos (35%)	Padronizados (91%)
			Não Padronizados (9%)

(1) Reunindo os quatro principais critérios de classificação de circuitos integrados.

FONTE: Tabela II.4.

to no total do mercado de circuitos integrados, segundo cada classificação.

A observação da evolução das participações percentuais dos segmentos que compõem as duas primeiras classificações apresentadas, revela duas das principais tendências que se tem observado na área de circuitos integrados, a nível internacional:

- a importância crescente dos dispositivos digitais sobre os analógicos; e
- a importância crescente dos dispositivos MOS sobre os bipolares.

A primeira tendência é inexorável e decorre da "digitalização" crescente dos equipamentos, a partir da homogeneização da base técnica de todo o complexo eletrônico^(30), baseada sobre a tecnologia digital, não havendo discordâncias quanto à sua clara permanência no futuro.

Quanto à segunda tendência, parece certo que a tecnologia MOS continuará a ampliar sua participação futura no mercado de circuitos integrados, se bem que, talvez, não de forma tão acentuada quanto a observada ao longo dos anos setenta^(31). Entretanto, existe uma certa polêmica quanto à intensidade e os limites desse movimento^(32). Neste sentido, cabe observar que,

(30) Para uma discussão mais detalhada, ver ERBER, Fábio S. O Complexo Eletrônico-Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição. IEE/UFRJ, 1983.

(31) A tecnologia MOS respondia por cerca de 10% do mercado de circuitos integrados, em 1970, tendo saído de uma participação nula em 1967 (Fonte: LME/EPUSP. A Microeletrônica no Brasil. São Paulo, fevereiro 1979, Anexo 3, p. 18). Em 1980, já respondia por mais de 45% do mercado. (Fonte: ICE (1983), op. cit., p. 87).

(32) Para uma discussão mais detalhada, ver Revista Senhor, 13/7/83, p. 59/60; "A batalha dos chips: a tecnologia bipolar volta a interessar cientistas e fabricantes".

"na evolução da microeletrônica, os novos conhecimentos técnicos e/ou científicos resultam, quase sempre, na melhora de ambas as tecnologias, quer a bipolar, quer a unipolar (MOS). Há um mútuo aproveitamento dos aperfeiçoamentos. Do ponto de vista tecnológico, verifica-se uma contínua aproximação das duas tecnologias" (33).

A seguir, procura-se tratar com maior detalhe os segmentos do mercado de circuitos integrados que dizem respeito aos dois últimos critérios de classificação apresentados na Tabela II.4.

Considerando-se como critério de classificação a função a ser cumprida pelo dispositivo (ou a sua aplicação), o mercado de circuitos integrados pode ser dividido em quatro grandes segmentos:

- circuitos integrados para propósitos de memórias;
- circuitos integrados microprocessadores;
- circuitos integrados lógicos; e
- circuitos integrados lineares.

A partir de informações do ICE (34), verifica-se que foram as seguintes as participações percentuais aproximadas de cada um desses segmentos no total do mercado de circuitos integrados, em 1983:

- memórias - 29%
- microprocessadores - 12%
- circuitos lógicos - 35%
- circuitos lineares - 24%

(33) LME/EPUSP, op. cit., Anexo 3, p. 18.

(34) ICE (1983), op. cit., p. 97.

Dentro de cada um destes segmentos, existem várias famílias de produtos, cada uma das quais seguindo seu próprio ciclo de vida. A Figura II.2 apresenta as várias famílias de produtos atualmente existentes no mercado de circuitos integrados, bem como situa a posição de cada uma delas em termos do seu estágio de maturidade no mercado.

II.3.2.2.1. Memórias

Os circuitos integrados para propósitos de memória, que responderam por quase 30% do mercado total de CIs, em 1983, e que deverão ter esta participação ampliada até o final da década, alcançando algo em torno de 40%, em 1990, são divididos em dois tipos principais^(35):

- memória de acesso aleatório ('Random Access Memory-RAM'), cuja característica principal é a de que seu conteúdo pode ser alterado; e
- memória de acesso só para leitura ('Read Only Memory-ROM'), cujo conteúdo é pré-programado na época da fabricação da mesma.

São as seguintes as participações percentuais aproximadas de cada um desses tipos no mercado mundial de memórias (em valor), em 1983, considerando-se os dados da Electronics^(36):

- memórias tipo RAM - 51%
- memórias tipo ROM - 45%
- outras^(37) - 4%,

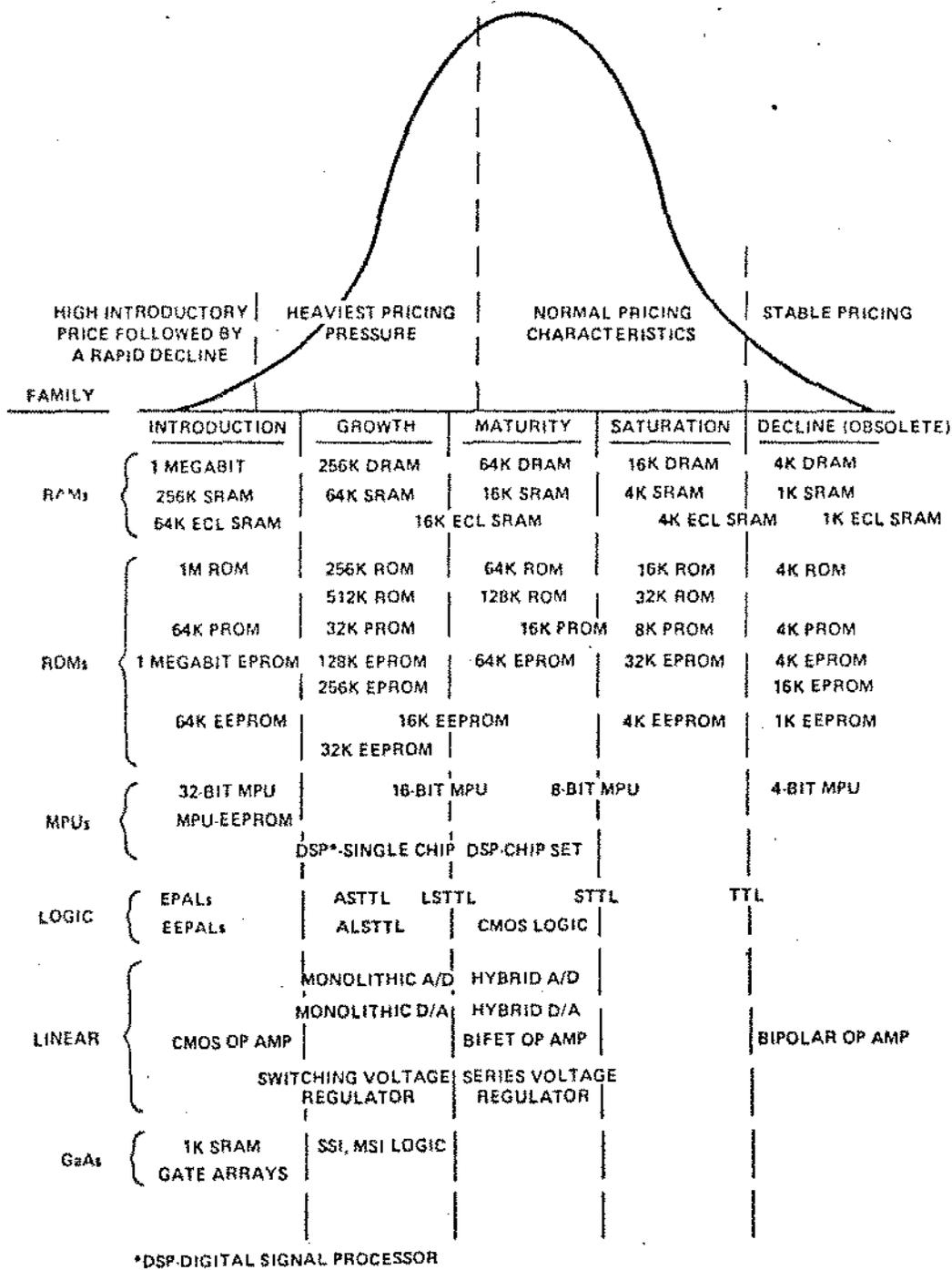
(35) BESSANT, J. R.; BOWEN, J. A. E.; DICKSON, K. E.; MARSH, J. The Impact of Microelectronics - A Review of the Literature. Londres, Frances Pinter (Publishers) Ltd., 1981, p. 16.

(36) Electronics, 12/01/84, pp.138-141; 146-147 e 152-154.

(37) Magnetic-Bubble (3,7%) e CCD (0,8%).

FIGURA II.2

CIRCUITOS INTEGRADOS - CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS
1985



FONTE: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, p. 133.

sendo que a tendência é no sentido de uma ampliação da participação das memórias tipo RAM, no total.

O mercado de semicondutores de memória originou-se em 1971, quando a Intel (empresa norte-americana) introduziu seu 'chip' RAM 1K^(38), e tem crescido rapidamente desde aquela época. Cinco gerações sucessivas de memórias do tipo RAM foram introduzidas nesse espaço de tempo^(39), cada uma exibindo reduções expressivas no custo por 'bit' (ou seja, o custo por unidade de informação) e ultrapassando sua predecessora em vendas.

O mercado atual de memórias tipo RAM é dominado pelas RAM 64K, cujas vendas (em valor) atingiram seu ponto máximo em 1984, sendo previsto, para 1985, uma redução nas vendas, em consequência de sua substituição pelas RAM 256K.

A Tabela II.5 apresenta estimativas da ICE-Integrated Circuit Engineering Corp. para o segmento de memórias tipo DRAMs (Dynamic RAMs), que divide com o segmento de memórias tipo SRAMs (Static RAMs), o mercado de memórias RAMs^(40).

Embora as memórias 64K tenham aparecido muito recentemente, verifica-se que a nova geração das 256K (capaz de armazenar 256 mil bits de informação) foi responsável por uma parcela

(38) 1K corresponde a uma memória que pode armazenar 1000 'bits' de informação em um só componente. Bit (contração de 'binary digit') é a menor quantidade de informação que o computador reconhece, e é expresso por sinais do tipo 0 ou 1. Assim, uma memória de 1K é capaz de armazenar 1000 sinais do tipo 0 ou 1.

(39) Além de 1K, foram introduzidas as memórias de 4K (1975) 16K (1977); 64K (1980) e, mais recentemente, as de 256K (1983).

(40) As estimativas, segundo dados da ElectronicsWeek (de 01/01/85, p. 64), são de que as memórias do tipo DRAMs respondem, no período 1983-85, por cerca de 75% do mercado total de memórias RAMs, havendo uma tendência no sentido de ampliar esta participação.

razoável do mercado já em 1984, e deverá ultrapassar as 64K, em termos de faturamento, em 1985. Tomando-se as estimativas de produção, em unidades, a expectativa é de que as memórias DRAM 256K atinjam seu ponto de máximo em 1987, três anos depois do observado para as memórias DRAM 64K^(41).

TABELA II.5

MERCADO MUNDIAL DE MEMÓRIAS DRAMs
1983 - 1985

(US\$ Milhões)

CAPACIDADE	1983	1984	1985 ⁽¹⁾
16K	270	100	30
64K	1.220	2.350	850
256K	50	575	1.250
TOTAL	1.540	3.025	2.130

(1) Previsão.

FONTE: ICE-Integrated Circuit Engineering Corp. Mid-Term 1985 Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 139.

As memórias de 256K serão seguidas pelas de 1m bit, cujos protótipos já vêm sendo anunciados por vários produtores de memórias. Para esta geração, ainda em gestação, a expectativa é de que atinja seu ponto de produção máximo (em unidades) em 1989, ou seja, apenas dois anos depois do previsto para as DRAMs 256K^(42).

Para a geração sucedânea das DRAMs 1m bit, as de 4m bit, a previsão é de que estejam disponíveis protótipos em 1987 e

(41) ICE (1985), op. cit., p. 138.

(42) ICE (1985), op. cit., p. 138.

que apresentem produção máxima (também em unidades) em um intervalo de tempo ainda menor, reduzindo ainda mais o ciclo de vida das memórias DRAMs, talvez em um ou dois trimestres^(43), o que coloca o segmento de memórias do tipo DRAM entre os que exibem maior dinamismo tecnológico, dentro do mercado de semicondutores.

Quanto às memórias 'Read Only Memory-ROM', as previsões são de que suas aplicações continuarão a crescer, porém menos do que no passado, restringindo-se o crescimento a poucas áreas dentro dos micromputadores e terminais inteligentes. Continuarão, porém, a ser amplamente aplicadas naquelas áreas de baixa sofisticação, como brinquedos e outros itens de consumo de custo relativamente baixo.

II.3.2.2.2. Microprocessadores

O segmento de microprocessadores (MPUs), embora de importância relativamente pequena no mercado total de circuitos integrados, respondendo, em 1983, por aproximadamente 12% dos CIs, é um dos segmentos que mais rapidamente cresce^(44), devendo ampliar sua participação para cerca de 19%, em 1990 (ver Tabela II.4).

Tal como o semicondutor de memória, o microprocessador foi primeiramente introduzido pela INTEL, em 1971. Desenvolvido para uma já extinta empresa japonesa de calculadoras, o primeiro microprocessador (o INTEL 4004, de 4-bit) foi visto como um substituto-padrão potencial para um conjunto de 'chips' sob encomenda

(43) ICE (1985), op. cit., p. 138.

(44) A considerar os dados apresentados pela ElectronicsWeek 01/01/85, p.64.

de lógica complexa. Com os desenvolvimentos técnicos posteriores, o potencial do conceito de MPU foi, em pouco tempo, grandemente ampliando, estando o mercado de MPUs ingressando, atualmente, em sua quarta geração: a dos 32-bit.

A Tabela II.6 apresenta o mercado mundial de MPUs, segundo a ElectronicsWeek.

TABELA II.6
MERCADO MUNDIAL DE MICROPROCESSADORES
1983 - 1986

TIPO	(US\$ Milhões)			
	1983	1984	1985 ⁽¹⁾	1986 ⁽¹⁾
8-bit	900	1.180	1.340	1.350
16-bit	290	440	550	690
32-bit	-	-	30	80
'Single-chip'	550	880	1.100	1.300
Outros	160	400	660	830
TOTAL	1.900	2.900	3.680	4.250

(1) Previsão.

FONTE: ElectronicsWeek, 01/01/85, p. 64.

O segmento de MPU de 4-bit praticamente desapareceu, não sendo sequer considerado nas estatísticas da ElectronicsWeek. Segundo estimativas do Dataquest^(45), as vendas anuais desse tipo de MPU não ultrapassaram os 700 mil dólares, em 1980 e 1981, valor insignificante frente ao mercado total de MPUs.

Como pode ser visto na Tabela II.6, as unidades de 8-bit (segunda geração) representam a maior parcela do mercado de

(45) Extraído de DAVIDSON, op. cit., p. 10.

microprocessadores. O segmento de 16-bit, por sua vez, tem crescido rapidamente, passando de 290 milhões de dólares, em 1983, para 440 milhões, em 1984, e devendo alcançar 690 milhões, em 1986.

A nova geração de microprocessadores de 32-bit, introduzidos em 1982, mas com vendas significativas apenas a partir de 1985, vem sendo utilizada nos novos microcomputadores. As estimativas do mercado de CIs de 32-bit enfrentam, entretanto, dificuldades que decorrem tanto do seu estágio embrionário quanto de problemas conceituais existentes nesta área, o que resulta em uma significativa variação entre as diversas estimativas disponíveis.

A National Semiconductor, por exemplo, estima que o mercado de MPU de 32-bit atingirá 200 milhões de dólares, em 1990^(46), enquanto outros analistas da indústria de circuitos integrados apresentam estimativas que variam entre 200 e 350 milhões de dólares, também para o ano de 1990^(47). Em ambos os casos, as estimativas dizem respeito apenas aos CIs ditos CPUs (unidades de processamento central), excluindo, assim, os CIs periféricos de 32-bit.

As razões para tal disparidade entre os valores apresentados são de duas ordens. De um lado, cabe observar que o mercado de MPUs de 32-bit tem-se caracterizado, nesta fase de introdução, por uma ampla diversidade de preços e de características dos dispositivos oferecidos, sendo esta diversidade responsável, em grande medida, por estimativas tão díspares.

(46) ICE (1985), op. cit., p. 154.

(47) ICE (1985), op. cit., p. 151.

De outro, há que se mencionar a dificuldade em estabelecer uma clara distinção entre os MPUs (unidades microprocessadoras), ou seja, os CIs ditos CPUs (unidades de processamento central) e os MCUs (unidades de microcontroladoras que incorporam um sistema completo em um único 'chip', e portanto os CIs periféricos), o que torna a tarefa de estimar o tamanho do mercado, nesta área, ainda mais difícil.

As estimativas disponíveis sobre o mercado de CIs periféricos de 32-bit (não incluindo o MPU) variam entre 700 milhões e 1 bilhão de dólares, para o ano de 1990. Ocorre que existe uma tendência no sentido de que os dispositivos de 32-bit incorporem várias funções em geral desempenhadas por dispositivos periféricos (por exemplo, 'memory management', 'floating-point arithmetic', 'system timing', etc), reunindo-as em um mesmo chip. Assim, o valor estimado para o mercado de CIs periféricos de 32-bit pode, eventualmente, vir a ser reclassificado^(48).

De qualquer modo, uma constatação pode ser feita, independentemente da qualidade das estimativas disponíveis: contrastando com o segmento de memórias, o de microprocessadores tem apresentado um ciclo de vida dos produtos maior do que o primeiro, com a permanência das diversas gerações de produtos por mais tempo no mercado.

II.3.2.2.3. Circuitos lógicos

O maior segmento do mercado de circuitos integrados é

(48) Sobre toda esta discussão, a respeito das dificuldades para previsão do mercado de MPUs de 32-bit, ver ICE (1985), op. cit., p. 151 e 155.

o de circuitos lógicos, respondendo por cerca de 35% do mercado de CIs, tomando-se por referência o ano de 1983. Esta participação, entretanto, tende a ser reduzida, caindo para cerca de 26-28%, em 1990 (Ver Tabela II.4).

Os circuitos lógicos são dispositivos capazes de substituir conjuntos de elementos de circuitos (resistores, transistores, diodos) nas aplicações eletrônicas. O primeiro circuito lógico, produzido no final dos anos cinquenta, continha dois ou três elementos de circuitos em um 'chip'. Em 1970, a densidade de um circuito lógico já atingia cerca de 1000 componentes por 'chip', sendo que, no início dos oitenta, este número se eleva para quase 100.000^(49).

Os maiores usuários de circuitos lógicos têm sido as indústrias de computadores e de telecomunicações que, juntas, consumiram cerca de 40% da produção mundial destes circuitos, em 1981. Produtos de consumo (principalmente áudio, vídeo, relógio, calculadora, eletrodomésticos, entretenimento e automóvel) responderam por, aproximadamente, 1/3 desse total, enquanto o restante do mercado foi destinado, em grande parte, aos fabricantes de equipamentos industrial e militar^(50).

Os circuitos lógicos podem ser padronizados ou feitos sob encomenda, sendo que estes últimos comportam uma subdivisão: 'custom', 'semi-custom' e, mais recentemente, 'programmable logic array-PLA' (ou 'fuse logic').

(49) ICE (1980), op. cit., p. 85.

(50) Informações extraídas de DAVIDSON, op. cit., p. 6.

Na verdade, esta diferenciação entre padronizados e não-padronizados é normalmente referida ao conjunto dos circuitos integrados. Acontece que, na prática, ela tem maior significado para o segmento de circuitos lógicos já que nos três outros segmentos (memórias, microprocessadores e circuitos lineares) os produtos são, em geral, padronizados. A única exceção significativa é a representada pelas memórias tipo ROM que, como foi visto, são as que têm seu conteúdo pré-programado, o que significa que devem levar em conta as especificações de seus usuários no que diz respeito à sua aplicação.

De qualquer modo, esta exceção não chega a se constituir em problema para a manipulação de dados sobre o mercado de circuitos lógicos não-padronizados, posto que, embora sejam dispositivos semi-custom (ou seja, padronizados até as últimas etapas do processo de fabricação, quando então são impressos os conteúdos específicos para atender a cada cliente), as memórias ROM, normalmente, não são consideradas como tal nas estatísticas disponíveis. Isto porque as "customizações" exigidas, neste caso, são relativamente simples^(51), o que se reflete, inclusive, no fato de que as empresas que atendem esse mercado são as grandes líderes mundiais fabricantes de produtos padronizados.

As estimativas para o mercado mundial de circuitos lógicos, para os anos de 1984 e 1990, são apresentadas, a seguir, na Tabela II.7.

(51) Ver, a respeito, ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 81 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1981, p. 42.

TABELA II.7
MERCADO MUNDIAL⁽¹⁾ DE CIRCUITOS LÓGICOS
1984 e 1990

(US\$ Bilhões)

TIPOS	1984	1990 ⁽²⁾
Padronizados	4,89	5,32
Não-Padronizados	1,86	8,25
'custom' ⁽³⁾	0,88	5,00
'semi-custom'	0,72	2,15
'PLA' ⁽⁴⁾	0,26	1,10
TOTAL	6,75	13,57

(1) Exclui a produção dos produtores cativos.

(2) Previsão.

(3) Inclui 'standart cell'.

(4) 'Programmable logic array'- PLA ou 'fuse logic'.

FONTE: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 161.

A partir dos dados apresentados na Tabela II.7, é possível obter uma estimativa da participação percentual de cada um dos segmentos (padronizado e não-padronizado) no total do mercado de circuitos lógicos, em 1984 e 1990, pondo em evidência uma das principais tendências no mercado mundial de semicondutores: a crescente importância do segmento de circuitos integrados não-padronizados.

	<u>1984</u>	<u>1990</u>
- 'logic chips' padronizados	72,4%	39,2%
- 'logic chips' não-padronizados	27,6%	60,8%

Considerando-se que as informações utilizadas excluem

a produção dos produtores cativos, pode-se dizer que a participação dos produtos não-padronizados no total de CIs lógicos deve ser ainda maior que a apresentada anteriormente, uma vez que estes produtos são, pela sua própria natureza, muito apropriados à produção 'in-house', em função da extensiva interface do projeto do componente com o projeto do equipamento ao qual será incorporado, e, especificamente no caso dos CIs 'semi-custom' e 'fuse logic', em função dos curtos ciclos de projeto-produção ('turnaround').

Em síntese, paralelo à tendência à perda de importância relativa do segmento de circuitos lógicos no total do mercado de circuitos integrados, mencionada anteriormente, existe uma tendência a uma ampliação significativa do peso relativo dos circuitos não-padronizados dentro do segmento de circuitos lógicos.

A chave do expressivo crescimento dos circuitos integrados não-padronizados está sediada em dois fatos^(52). De um lado, no melhoramento e na crescente implementação de ferramentas aplicáveis em projetos de CIs ('computer-aided design' - CAD). De outro, na convergência entre, de um lado, a evolução natural dos CIs e as novas necessidades dos projetos de sistemas, e, de outro, as principais características e vantagens oferecidas pelos dispositivos não-padronizados, hoje. Assim, os CIs não-padronizados satisfazem as necessidades dos projetistas de sistemas, em termos de^(53):

(52) Para uma discussão mais detalhada desta questão, ver ICE (1985), op. cit., pp.95-111.

(53) Para uma discussão mais detalhada, ver ICE (1985), op. cit., pp.95-108.

- menor tempo para implementação de novas idéias para melhoramento do sistema;
- melhor relação preço/performance, a nível do sistema;
- maior confiabilidade (qualidade) dos produtos; e
- maior possibilidade de estabelecimento de acordos técnicos.

Tendo em vista a importância crescente do segmento de circuitos lógicos não-padronizados, cabem alguns comentários adicionais a respeito deste tipo de dispositivo.

Os dispositivos não-padronizados podem ser:

- dispositivos 'custom' - são circuitos para os quais todas as "camadas de máscara" (54) são "customizadas" (55). São projetados para responder a aplicações muito particulares, frequentemente somente para um cliente. Desta forma, o projeto de um circuito integrado 'custom' é feito inteiramente segundo as especificações do cliente. Consequentemente, as escalas de produção são extremamente limitadas e o custo unitário de produção tende a ser muito alto;
- dispositivos 'semi-custom' - são circuitos para os quais uma ou mais camadas de máscara são "customizadas", porém não todas (56). Têm a característi-

(54) O conceito de "camada de máscara" pode ser entendido a partir do esquema simplificado do processo de fabricação de componentes microeletrônicos, apresentado no Anexo I.

(55) Esta definição de dispositivos 'custom' foi extraída de ICE (1985), op. cit., p. 81.

(56) ICE (1985), op. cit., p. 81.

ca de serem deixados semi-acabados em um processo inicial de fabricação e terminados, mais tarde, sob as especificações de um cliente. Ou seja, os circuitos integrados 'semi-custom' são em parte padronizados (tanto projeto quanto fabricação) e em parte "personalizados" nos passos finais do processo de produção, reduzindo, portanto, o tempo e os custos necessários para produzir 'chips' sob encomenda;

- 'programmable logic array-PLA' (ou 'fuse logic') - um circuito lógico para propósitos gerais contendo um conjunto de 'gates' lógicos, os quais podem ser conectados (programados) para desempenhar funções diversas.

A Tabela II.8 apresenta as estimativas da ICE sobre a evolução do mercado mundial de circuitos integrados não-padronizados, até 1990.

Os especialistas na indústria de CIs concordam, entretanto, que a evolução do mercado de produtos não-padronizados, a partir de 1987, é de difícil previsão, existindo uma intensa polêmica sobre o comportamento dos vários segmentos que o compõem, em particular sobre o comportamento do mercado de dispositivo 'gate arrays' (57)

(57) O circuito integrado 'gate array' (também chamado de 'uncommitted logic array-ULA') é um dispositivo que consiste de um arranjo regular de 'gates' que são interconectados com o intuito de prover as funções desejadas (ICE (1983), *op. cit.*, p. 147). Cabe esclarecer que 'gate' é o elemento lógico digital básico; o terminal de controle principal de um dispositivo MOS. Trata-se de um comutador que fecha sob comando para permitir a transmissão de sinal, ou que abre para impedir essa transmissão, sendo usado para controlar a passagem de um impulso ou sinal, de acordo com um princípio lógico.

TABELA II.8
MERCADO MUNDIAL⁽¹⁾ DE CIRCUITOS INTEGRADOS NÃO-PADRONIZADOS
1981-1990

(US\$ Milhões)

SEGMENTOS DE MERCADO	1981	1982	1983	1984	1985 ⁽²⁾	1986 ⁽²⁾	1987 ⁽²⁾	1988 ⁽²⁾	1989 ⁽²⁾	1990 ⁽²⁾ TX.	CRESCIMENTO ANUAL (%)
<u>Semi-custom, total</u>	130	170	300	719	824	1020	1210	1575	1825	2150	37
gate arrays	120	145	265	658	740	900	1045	1360	1535	1800	35
linear arrays ⁽³⁾	10	25	35	61	84	120	165	215	290	350	48
<u>Custom, total</u>	512	575	690	880	1047	1435	2100	2825	3800	5000	29
standard-cell	12	25	40	120	193	430	750	1200	1800	2500	81
full custom ⁽⁴⁾	500	550	650	760	854	1005	1350	1625	2000	2500	20
Programmable Logic ⁽⁵⁾	33	80	175	255	300	410	605	800	930	1100	47
TOTAL	675	825	1165	1854	2171	2865	3915	5200	6555	8250	32

(1) Exclui a produção dos produtores cativos.

(2) Previsão.

(3) Inclui circuitos integrados linear-digital.

(4) Inclui alguns circuitos 'full custom/standard-cell' projetados sobre um mesmo 'chip'.

(5) Também conhecido como dispositivo 'fused logic'.

FONTE: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 86.

e 'standard cells' (58).

Segundo várias estimativas, os componentes 'gate arrays', tendo a seu favor um ciclo de projeto - produção extremamente rápido, deverão permanecer campeões do mercado de dispositivos 'semi-custom' nos anos oitenta. Para 1986, é esperada uma demanda mundial de quase 1 bilhão de dólares.

Mas, quando se caminha para a próxima década, as previsões acerca do comportamento dos vários segmentos do mercado de CIs não-padronizados são menos certas. Para esta época, prevê-se que a tecnologia de projeto dos circuitos integrados 'standard cells' terá amadurecido o bastante para combinar a maior eficiência em termos de flexibilidade e de tamanho dos chips, que eles já oferecem hoje, com melhores ciclos de "turnaround".

Muitos concordam, entretanto, que o tamanho e o crescimento futuro do mercado de dispositivos 'arrays' dependem, pelo menos parcialmente, da própria evolução do tamanho dos 'chips'. Com a redução deste, os arrays podem tornar-se mais eficientes e melhor ajustar-se para competir com os dispositivos 'standard cells' (59).

Considerando-se as estatísticas da ICE, apresentadas na Tabela II.8, são as seguintes as participações percentuais de cada um dos segmentos no total do mercado de circuitos integrados

(58) O circuito integrado 'standard cell' é um circuito que tem todas as camadas de máscara "customizadas", com o auxílio de um 'software' de CAD ('computer aided design'), o qual se utiliza de estruturas de circuitos pré-definidas, e por esta razão são classificados como dispositivos 'custom' e não 'semi-custom'. ICE (1985), op. cit., p. 81.

(59) Sobre a polêmica 'gate arrays' versus 'standard cells', ver, por exemplo, ElectronicsWeek, 30/07/84, pp.19-21.

não-padronizados, para os anos de 1981, 1985 e 1990.

TABELA II.9
MERCADO MUNDIAL⁽¹⁾ DE CIRCUITOS INTEGRADOS NÃO-PADRONIZADOS
PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DE CADA SEGMENTO NO TOTAL
1981, 1985 e 1990

(%)

SEGMENTOS DE MERCADO	1981	1985 ⁽²⁾	1990 ⁽²⁾
<u>Semi - custom, total</u>	19,3	38,0	26,1
gate arrays	17,8	34,1	21,8
linear arrays ⁽³⁾	1,5	3,9	4,3
<u>Custom, total</u>	75,9	48,2	60,6
standard-cell	1,8	8,9	30,3
full custom ⁽⁴⁾	74,1	39,3	30,3
Programmable logic ⁽⁵⁾	4,9	13,8	13,3
TOTAL	100,0	100,0	100,0

(1) Exclui a produção dos produtores cativos.

(2) Previsão.

(3) Inclui circuitos integrados linear-digital.

(4) Inclui alguns circuitos 'full custom/standard cell' projetados sobre um mesmo 'chip'.

(5) Também conhecido como dispositivo 'fused logic'.

FONTE: Tabela II.8.

Quanto à distribuição do mercado de CIs não-padronizados por setor usuário, a Tabela II.10 apresenta esta distribuição para o caso do segmento de dispositivos "semi-custom", para o qual existem dados disponíveis para os anos de 1985 e 1990 (estimativas).

TABELA II.10

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO MERCADO DE CIRCUITOS INTEGRADOS
'SEMI-CUSTOM'⁽¹⁾, POR SETOR USUÁRIO
1985 e 1990

SETOR USUÁRIO	1985 ⁽²⁾	1990 ⁽²⁾
Processamento de Dados	35%	42%
Militar	19%	14%
Consumo	17%	11%
Industrial	16%	22%
Telecomunicações	13%	11%

(1) Ou seja, dispositivos 'gate array' e 'linear array'.

(2) Previsão.

FONTE: ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 84.

Com relação ao segmento de dispositivos 'standard cell' e 'fused logic', a distribuição do mercado por tipo de aplicação é, segundo o ICE⁽⁶⁰⁾, próxima da observada para os circuitos integrados 'semi-custom', com pequenas diferenças devido a vantagens específicas que cada um desses tipos de dispositivo pode oferecer a um ou outro segmento.

II.3.2.2.4. Circuitos lineares

Os circuitos integrados lineares responderam por cerca de 24% do mercado de CIs, em 1983, mas apresentam uma tendência à contínua redução desse percentual. O ICE estima que, já em

(60) ICE (1985), op. cit., p. 83.

1985, o peso relativo dos CIs lineares desça para 20%, e a ElectronicsWeek prevê que chegue a cair para 14%, em 1990 (Ver Tabela II.4). Em termos de valor, estima-se que o mercado de CIs lineares atinja 3.750 milhões de dólares, em 1985^(61).

Os circuitos lineares são, de certo modo, a interface com o mundo não-digital. Esta família está composta de conversores, amplificadores, reguladores de voltagem, comparadores e, em geral, todas as funções que o sistema tenha que realizar com sinais elétricos ou de voz, imagem, etc. Por isso, são comuns em equipamentos de áudio, vídeo e telecomunicações.

(61) ICE (1985), op. cit., p. 18.

CAPÍTULO III: A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A NÍVEL MUNDIAL:
ESTRUTURA E PADRÃO DE CONCORRÊNCIA

CAPÍTULO III

A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A NÍVEL MUNDIAL: ESTRUTURA E PADRÃO DE CONCORRÊNCIA

III.1. Integração Vertical e Especialização: Produtores Cativos e Não-Cativos

Pode-se distinguir três tipos de produtores na indústria de semicondutores a nível mundial^(1), muito embora devido a mudanças tecnológicas e na estrutura da propriedade, a distinção esteja tornando-se menos clara para algumas empresas:

- produtores cativos (principalmente empresas norte-americanas) — são aqueles que produzem semicondutores exclusivamente para seu próprio consumo. Os principais são: IBM, Delco, Hewlett-Packard, Honeywell e DEC, todos de origem norte-americana;
- produtores comerciais ou 'merchant' (principalmente empresas norte-americanas) — são aqueles que vendem semicondutores em mercado aberto, como, por exemplo, a Advanced Micro Devices - AMD (EUA). Em geral, são produtores independentes (sem ligações com grandes grupos econômicos) e com atuação restrita à indústria de componentes semicondutores;
- produtores semi-cativos ou 'captive-merchant' (principalmente empresas japonesas e européias) — são aqueles que fabricam componentes semicondutores para si (ou para empresas do próprio grupo) mas vendem,

(1) Para maiores detalhes sobre os principais atores da indústria de semicondutores, ver, por exemplo, RADA, Juan F. Structure and Behaviour of the Semiconductor Industry, may 1982 (mimeo), capítulo 11.

também, no mercado aberto. São, portanto, empresas com atuação não-exclusiva na área de semicondutores, mas sim extensiva a outras áreas do complexo eletrônico. A Nippon Electronic Co. (Japão) e a Philips (Holanda) são exemplos de produtores semi-cativos.

Esta classificação é interessante na medida em que utiliza os critérios de grau de integração vertical e de especialização de produção, permitindo detectar e diferenciar estratégias empresariais distintas, segundo a empresa pertença a um ou a outro grupo.

III.1.1. Dimensão da Produção Cativa^(2)

A produção cativa de componentes semicondutores apresentou um rápido crescimento durante a década de setenta, comparativamente ao crescimento das vendas dos produtores que atuam no mercado aberto, atingindo uma participação percentual de, aproximadamente, 18% do mercado mundial de semicondutores, em 1980. Para o período 1981-1985, o percentual médio observado manteve-se na faixa dos 18%, ao passo que, para o período 1986-1990,, as estimativas são de que o percentual médio seja reduzido para algo em torno de 17%, com o final do período (1990) apresentando um percentual de 16%^(3).

(2) Entendida como aquela dos produtores cativos, que produzem exclusivamente para uso interno.

(3) As informações sobre a participação da produção cativa no total do mercado de semicondutores foram obtidas a partir dos dados apresentados na Tabela III.5 e de informações fornecidas pelo ICE- Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985-Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p.20.

Desta forma, em contraste com a significativa expansão do peso relativo da produção cativa no total do mercado de semicondutores, ao longo dos anos setenta, na década de oitenta verifica-se uma estabilização desta participação, na primeira metade da década, e espera-se uma tendência à redução da mesma, na segunda metade.

Cabe apontar que a importância da produção cativa é significativamente maior para o segmento de circuitos integrados do que para o de componentes discretos. Enquanto para o primeiro, o peso relativo da produção cativa situa-se em torno de 21%, no período 1981-1985, e de 19%, no período 1986-1990, sendo que no final do período (1990) o percentual estimado é de 17,3%; para o segmento de componentes discretos, os percentuais são 7,6%, 7,2% e 6,7%, respectivamente. Evidencia-se, assim, em ambos os casos, a mesma tendência à perda de importância relativa da produção cativa, apontada para o mercado de semicondutores como um todo.

Os principais produtores cativos são, como já foi mencionado, de origem norte-americana, e atuam principalmente na indústria de computadores. O maior deles é a IBM, responsável por cerca de 70% do total da produção cativa de circuitos integrados, tomando-se como referência os anos de 1982 e 1983^(4). A produção de circuitos integrados da IBM para consumo próprio equivale, assim, à produção do maior produtor para o mercado aberto, a Texas Instruments.

(4) ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83- A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p.72.

A evolução da produção cativa e não-cativa de circuitos integrados, por parte dos produtores de origem norte-americana, para os quais se dispõe de informações mais detalhadas e retroativas à década de setenta, pode ser observada na Figura III.1.

É interessante verificar que a produção cativa de circuitos integrados é relativamente menos vulnerável aos efeitos da recessão econômica, conseguindo manter uma trajetória ascendente em todo o período, enquanto as vendas de CIs no mercado aberto apresentam oscilações periódicas, acusando com maior intensidade os efeitos de reduções na demanda por sistemas e equipamentos eletrônicos finais. Em contrapartida, a produção cativa não acompanha, com a mesma intensidade, a produção não-cativa, nos períodos de elevado crescimento das vendas no mercado aberto.

III.1.2. Produção Cativa Versus Não-Cativa: Vantagens e Desvantagens

As razões para o estabelecimento de instalações cativas são várias. Entre as mais importantes está a "integração do projeto do componente e do sistema, que pode produzir vantagens de custo e performance no sistema final, devido à utilização do conhecimento dos produtores de sistemas no projeto dos circuitos integrados" (5).

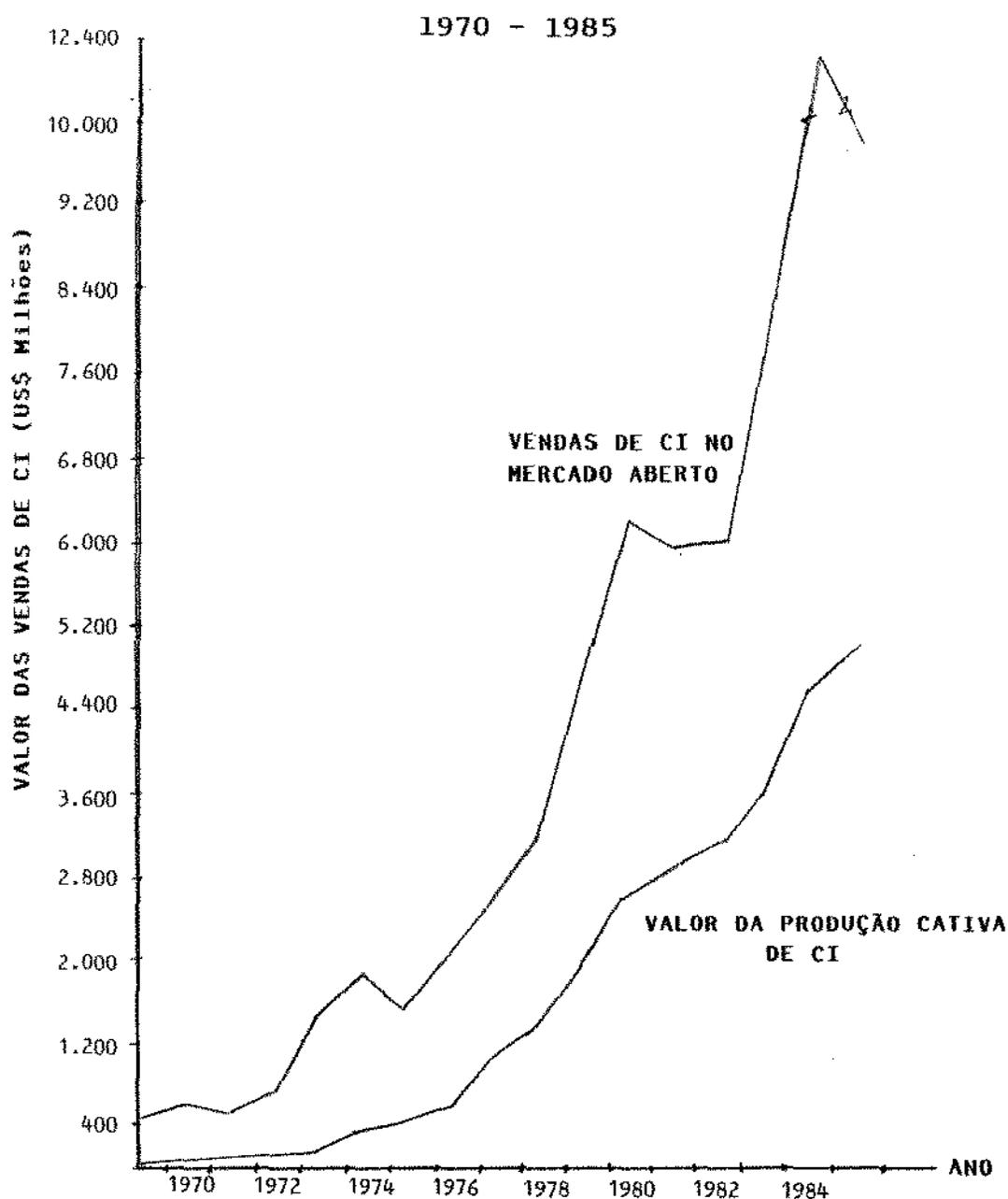
A principal desvantagem da produção cativa é que os produtores cativos têm dificuldades em obter o volume de pro-

(5) RADA, *op.cit.*, p. 168.

FIGURA III.1

PRODUÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS POR PARTE DOS PRODUTORES
DE ORIGEM NORTE - AMERICANA:

CATIVA (1) VERSUS NÃO - CATIVA



(1) Produção cativa entendida como aquela dos produtores cativos, que produzem exclusivamente para seu próprio consumo.

FONTE: 1970-82 - ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p.3 e 67.

1983-85 - ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p.12.

dução e a massa crítica necessários para usufruir das economias estáticas^(6) e dinâmicas^(7) de escala. Esse problema não chega, contudo, a se constituir em uma restrição absoluta, dado que a produção de componentes pelos fabricantes cativos atende objetivos diferentes daqueles das empresas que vendem no mercado aberto. Os principais objetivos visados pelos fabricantes cativos quanto a componentes são a confiabilidade e o desempenho^(8).

As divisões de semicondutores de grandes grupos, destinadas exclusivamente ao consumo próprio, possivelmente não são tão lucrativas quanto as dos fabricantes de mercado não-cativo. Ocorre que o mercado em que aqueles competem não é o de semicondutores, mas, sim, o de sistemas e equipamentos acabados. De ter a fabricação e, principalmente, a pesquisa básica no campo de semicondutores é, para eles, uma condição vital para a competitividade em seus principais mercados. Não é por outra razão que a maior parte da pesquisa básica em semicondutores é desenvolvida pelos laboratórios das grandes empresas de mercado cativo, e que os fabricantes cativos têm sido responsáveis pela maior parte das inovações de processo.

Desta forma, uma das principais tendências na indústria de semicondutores, a nível mundial, tem sido a de que, à

(6) As economias estáticas de escala consistem na redução dos custos unitários de produção, à medida que aumenta o volume de produção.

(7) As economias dinâmicas de escala consistem na redução dos custos unitários de produção à medida que aumenta a produção acumulada, e resultam do crescente aprendizado de todos os participantes do processo de produção. Para uma discussão mais detalhada, ver, por exemplo, FREEMAN, Christopher. The Economics of Industrial Innovations. Penguin Books, 1974; e SCHERER, F.M. Industrial Market Structure and Economic Performance. Rand & McNally Co., 1970.

(8) RADA, op.cit., p.176.

medida que cresce o grau de integração dos dispositivos e que os sistemas são, cada vez mais, condicionados pela qualidade e grau de avanço técnico dos componentes, mais produtores caminham para instalações cativas ou, alternativamente, para instalações do tipo semi-cativa ('captive-merchant').

Esta tendência, entretanto, vem apresentando sinais de mudança devido às novas possibilidades de organização da produção de circuitos integrados, decorrentes da evolução das tecnologias de 'gate arrays', 'standard cells' e 'programmable logic', e do surgimento e proliferação das chamadas 'silicon foundries' (fundições de silício), que são instalações industriais dedicadas à fabricação de circuitos integrados projetados por uma outra empresa (por exemplo, por uma firma especializada em projetos de circuitos integrados, ou mesmo pela própria empresa-usuária do dispositivo a ser fabricado).

O conceito de 'silicon foundry', acoplado com a possibilidade de utilização crescente de equipamentos de CAD (Computer-Aided Design) no projeto de circuitos integrados VLSI, tem colocado a associação projeto cativo/'silicon foundry' (a qual pode incluir, também, o uso de uma linha de fabricação cativa de protótipos de circuitos integrados) como uma alternativa viável e frequentemente vantajosa a instalações totalmente cativas.

Possivelmente, os maiores produtores cativos de circuitos integrados continuarão a aumentar sua produção através da expansão das instalações existentes e investimentos em novos equipamentos de fabricação. Entretanto, a tendência, no caso dos novos entrantes, deverá ser na direção da alternativa projeto cativo de VLSI/'silicon foundry'.

Do ponto de vista econômico, este tipo de associação

tenderá a ser crescentemente vantajoso à medida que as técnicas de projeto com assistência de equipamentos de CAD e as instalações de 'silicon foundry' se tornem mais maduras^(9).

No que se refere aos produtores de semicondutores que atuam no mercado aberto (os comerciais e os semi-cativos), é interessante observar que a lógica de comportamento dos mesmos é diferente segundo se incluam em uma ou outra categoria, particularmente devido ao acesso diferenciado aos recursos financeiros, e, secundariamente, às diferenças em termos das economias de escala obtidas.

No caso dos produtores comerciais, ou seja, os que, em geral, atuam apenas na indústria de semicondutores e que, portanto, produzem exclusivamente para o mercado aberto, a dependência exclusiva dos negócios em semicondutores e a não-integração vertical originam diversas pressões de custos, atuando como um forte fator limitante à sua expansão, particularmente com o aumento das exigências mínimas de capital e financiamento que tem caracterizado a indústria de semicondutores, à medida em que se desenvolvem as tecnologias de produto e de processo, e que se acelera o processo de automação de todas as etapas do processo de fabricação, nesta indústria.

Neste sentido, é interessante observar que a menor disponibilidade de capital, que caracteriza os produtores comerciais, foi um fator decisivo na alteração da estrutura da indústria de semicondutores dos EUA, que no início dos anos setenta era composta essencialmente de pequenos e médios produtores inde

(9) Para maiores detalhes sobre os efeitos das 'silicon foundries' sobre os produtores cativos de circuitos integrados, ver ICE (1983), op.cit., pp. 83-84.

pendentes, com grande capacidade de inovação tecnológica e operando em um ambiente empresarial especializado. A maior dificuldade dessas empresas em ter acesso a recursos financeiros externos, aliada à estratégia das grandes empresas (particularmente européias) de obter tecnologia avançada via aquisições de empresas menores, explica o fato de que restam poucos fabricantes independentes; a maior parte deles operando em 'nichos' de mercado, com uma linha de produtos muito especializada^(10).

Quanto aos produtores semi-cativos (ou 'captive-merchant'), apresentam as vantagens da produção cativa, beneficiando-se da atuação na área de componentes semicondutores e na de equipamentos finais (e, portanto, não sofrem as desvantagens da produção apenas voltada para o mercado aberto e restrita à área de semicondutores), bem como desfrutam as vantagens da atuação no mercado aberto, usufruindo, com maior facilidade, das economias estáticas e dinâmicas de escala, que constituem a principal dificuldade no caso da produção apenas para consumo próprio.

Finalmente, cabe registrar que, recentemente, a distinção entre os produtores cativos e os que oferecem no mercado aberto (os comerciais e os semi-cativos) vem tornando-se menos clara devido às novas possibilidades de organização da produção de circuitos integrados, mencionadas anteriormente. Tem ocorrido que algumas empresas com produção cativa de semicondutores passaram a oferecer serviços de 'silicon foundries'^(11), criando

(10) RADA, op. cit., p. 105.

(11) Alguns fabricantes de semicondutores padronizados que atuam no mercado aberto também vêm oferecendo serviços de 'silicon foundries', como, por exemplo, a National e a Intel.

uma certa "área cinzenta" dentro do grupo de empresas com o 'status' de produtor cativo de semicondutores.

III.2. Segmentação do Mercado e Dinâmica da Concorrência

Na seção anterior, buscou-se apresentar a diferença existente entre produtores cativos e não-cativos^(12) de componentes semicondutores, destacando-se o caráter distinto de que se reveste a atuação de cada um deles na indústria de semicondutores, em termos dos objetivos perseguidos e das vantagens e desvantagens dessa atuação. Nesta seção, pretende-se tratar da dinâmica de concorrência dentro do segmento de produtores que atuam no mercado aberto, incluindo-se, portanto, os produtores cativos, uma vez que estes não concorrem no mercado de semicondutores, mas, sim, no de equipamentos finais.

III.2.1. Situação até o Final da Década de Setenta

Até o final dos anos setenta, a competição entre as empresas da indústria de semicondutores que atuavam no mercado aberto, realizava-se em duas faixas bastante distintas: uma, entre as grandes empresas líderes do mercado mundial, e outra, entre as empresas de menor porte. A diferença de comportamento devia-se ao tipo de mercado atendido por cada um dos dois grupos. O mercado de produtos padronizados, produzidos em massa, era dominado pelo grupo das empresas líderes da indústria, também chamado 'big league', e o mercado de produtos sob encomenda (na época, composto dos dispositivos 'full custom'), produzidos em quan-

(12) Entendidos como aqueles que atuam no mercado aberto, seja de forma exclusiva ou não (neste caso, também produzindo para seu próprio consumo).

tidades limitadas, era deixado para o grupo das empresas menores, ou 'little league' (13).

A estratégia de concorrência das empresas da 'big league' (que são as líderes mundiais, tais como Texas Instruments, Motorola, National Semiconductor, Intel, etc.) é completamente distinta da estratégia das empresas da 'little league' (por exemplo, Ferranti, Plessey, etc.). A base da rentabilidade industrial da 'big league' reside nas economias de escala, isto é, nas reduções de custo e preço que acompanham aumentos de produção em volume, associada a uma estratégia de comercialização agressiva. Esta dinâmica opera para excluir novas empresas que desejam entrar no mercado da 'big league', na medida que o período inicial de produção — aquele em que o volume de produção não é suficientemente alto para garantir custos e preços compatíveis com os vigentes na indústria — acarreta perdas extremamente elevadas para uma firma entrante potencial.

Neste ponto, é interessante observar que, na produção em massa de dispositivos semicondutores, são de particular relevância as economias dinâmicas de escala, também chamadas de "economias de aprendizado", que consistem na redução dos custos unitários de produção à medida que a produção acumulada aumenta, pois com esta, além dos ganhos associados à maior escala de produção, aumenta, também, a experiência dos trabalhadores, elevando,

(13) Essa questão é bem tratada por SCIBERRAS, E. "The UK Semiconductor Industry", in: PAVITT, Keith - Technical Innovation and British Economic Performance. Great Britain, Ashford Press Southampton, 1981, cap. 16, pp.290-291. Ver também, MACKNIGHT, Glory e ERBER, Fabio S. A Dinâmica da Indústria de Componentes Eletrônicos Semicondutores no Brasil e no Exterior. Relatório de Pesquisa, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983, pp.46-48.

assim, os chamados 'yields',^(14) em todas as etapas de produção. Esse fenômeno, de 'learning by doing' (aprender fazendo), "pode ter implicações estruturais importantes (...), pois a empresa que primeiro se inicia e acumula experiência poderá ser capaz de manter uma vantagem de custo continuada sobre os que entrarem mais tarde"^(15), mesmo que produzam o mesmo volume de produto por período de tempo.

Por esta razão, é muito importante, para as empresas que concorrem no mercado de produtos padronizados, trabalhar com o conceito de "curva de aprendizado" ('learning curve'), que descreve a relação entre o volume de produção acumulada e o custo unitário de produção, e o de rendimento ('yield') do processo de produção, particularmente no caso da introdução de novos dispositivos no mercado^(16).

Na fase de introdução de um produto, na qual as quantidades produzidas/demandadas são limitadas, o custo unitário (ou médio) de produção é extremamente elevado, em decorrência das dificuldades relacionadas com o projeto do produto e com todas

(14) O 'yield' ou rendimento de uma determinada etapa do processo de produção de semicondutores corresponde ao número de componentes que funcionam bem após a referida etapa, dividido pelo total de componentes bons submetidos à mesma. O rendimento final é, portanto, igual ao produto dos rendimentos intermediários e é um fator muito importante no processo de fabricação de dispositivos microeletrônicos, pois caracteriza a produtividade e, em consequência, a economicidade do processo de fabricação. Hoje, um rendimento final de 15% na fabricação de memórias de 64k é considerado muito bom (ver RIPPER, Mário Dias."Em Questão: A Indústria Nacional de Microeletrônica", in: Revista Brasileira de tecnologia, Brasília, v. 14 (2), mar/abr. 1983, p. 25). O rendimento total de uma linha de fabricação de circuitos integrados é uma função de vários elementos, entre eles o tamanho da pastilha, o tamanho e a complexidade dos circuitos e as características do processo de montagem.

(15) SCHERER, op. cit.

(16) Para uma discussão mais detalhada, ver, por exemplo, FREEMAN, op. cit., pp. 150-152; SCHERER, op. cit.; e MACKNIGHT, Glory W.A.S. A Indústria de Semicondutores Eletrônicos - Brasil. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ. 1982, pp. 28 - 33.

as etapas do processo de fabricação, que acarretam 'yields' muito reduzidos, significando, portanto, que os custos fixos têm que ser diluídos por um pequeno volume de produção aproveitável.

Por esta razão, interessa à empresa expandir a produção, o mais rapidamente possível, de modo a obter 'yields' mais elevados e custos unitários de produção (e, portanto, preços de venda) menores, possibilitando, assim, um aumento da demanda. Nesta fase, de crescimento acelerado da demanda, a empresa pode fixar preços de venda mais baixos, pois, agora, os custos fixos podem ser repartidos por um número maior de dispositivos aproveitáveis.

Com a ampliação da demanda, a empresa utiliza-se da estratégia de fixar preços ainda mais baixos, como forma de enfrentar os concorrentes, buscando manter ou ampliar sua participação no mercado. A estratégia de baixos preços requer, entretanto, grandes volumes de produção e vendas, a fim de compensar o achatamento do lucro unitário.

Em resumo, para as empresas que atuam no segmento de produtos padronizados, trabalhar com grandes volumes é uma imposição permanente, em qualquer fase do ciclo do produto. Na fase de introdução do produto, a exigência decorre da necessidade de obter 'yields' mais elevados e remunerar os custos fixos. Nas fases seguintes do ciclo (crescimento e maturidade), a produção em grande escala é essencial para compensar os reduzidos lucros por unidade de produto, que se verificam em função das quedas forçadas do preço de venda, impostas pelo acirramento da concorrência.

No outro extremo, os mercados de produtos sob encomenda, de baixos volumes e aplicações específicas, forçam as em-

presas da 'little league' a uma dinâmica de competição diferente, baseada em altos preços e baixos volumes de produção. Essas empresas não competem diretamente com as maiores, na medida que os menores volumes dos mercados de produtos sob encomenda, ao não possibilitarem as economias de escala que fazem das quedas substanciais de preço uma estratégia viável de competição, não atraem os fabricantes de produtos padronizados.

É interessante observar que o processo de difusão da microeletrônica aos demais setores, via de regra, inicia-se com aplicações específicas, atendidas exatamente pelo conjunto de pequenas e médias empresas especializadas que formam a 'little league'. Estas empresas são, portanto, vitais para a indústria de semicondutores pois inovam constantemente, abrindo caminho para novos produtos e processos.

A inovação, quando bem-sucedida (ou seja, quando a aplicação do produto é bastante ampla), é, aliás, o elemento de passagem de uma empresa da 'little league' para a 'big league'. Essa passagem, contudo, não é muito comum na indústria de semicondutores, e é extremamente dificultada pela existência de sérios problemas de ajuste, para a empresa que procura entrar na 'big league', a uma dinâmica de competição completamente distinta daquela em que estava inserida, até então^(17).

O que ocorre com maior frequência é, sim, a absorção de empresas da 'little league' por empresas da 'big league', em busca de capacitação tecnológica específica na área de atuação da empresa adquirida.

(17) Ver, a respeito, MACKNIGHT e ERBER (1983), *op. cit.*, pp. 47 - 48.

Finalmente, cabe observar que os dois grupos de empresas, a 'little league' e a 'big league', estavam, até o final dos anos setenta, relativamente bem definidos nos EUA e na Europa, enquanto que, no Japão, a opção adotada pela indústria era, fundamentalmente, a da fabricação de padronizados, ou seja, a de competir na faixa de mercado onde atuam as empresas da 'big league'. Esta situação, bem como a própria distinção entre a área de atuação dos dois grupos, vem apresentando alterações, como será visto a seguir.

III.2.2. O Surgimento de Novos Produtos Não-Padronizados nos Anos Oitenta

A distinção entre a área de atuação do grupo das grandes empresas líderes do mercado mundial e a do grupo de empresas menores, com uma dinâmica de concorrência específica a cada um dos grupos, era bastante clara até o final da década de setenta. Nos anos oitenta, entretanto, esta dinâmica tem apresentado alterações, em decorrência de mudanças no 'mix' de produtos oferecidos pela indústria.

Ocorre que, até o final dos setenta, os produtos oferecidos pela indústria de semicondutores podiam ser divididos em dois grandes grupos: o dos produtos padronizados e o dos produtos 'full-custom', estes não-padronizados e produzidos sob-encomenda.

Com o surgimento e desenvolvimento de novos tipos de produtos não-padronizados (inicialmente, os 'semi-customs'; e mais recentemente, os 'standard cells' e os 'programmable logic')^(18), a distinção entre a área de atuação do grupo das

(18) A evolução do mercado para estes novos tipos de produtos não-padronizados foi apresentada no item II.3.3.3., do Capítulo II.

grandes empresas e o das pequenas e médias, tende a se esvaecer.

Isto ocorre porque, se bem que os novos tipos de produtos mencionados sejam também não-padronizados e produzidos sob-encomenda, eles apresentam uma característica que os distingue, de forma crucial, dos produtos 'full-custom': são dispositivos que se caracterizam por uma maior flexibilidade de projeto e produção, em relação aos dispositivos 'full-custom', possibilitando a padronização do produto em algumas fases do processo de fabricação (e, portanto, a obtenção de economias de escala), o que reduz o tempo e os custos necessários à produção de dispositivos sob-encomenda.

As razões para esta maior flexibilidade têm origem em duas características destes dispositivos, ambas possibilitadas pelos desenvolvimentos tecnológicos recentes, tanto na área da microeletrônica quanto na dos próprios sistemas, em particular do 'software'.

De um lado, existe o fato de os três tipos de dispositivo permitirem um certo nível de padronização do produto (em maior ou menor grau) nas primeiras etapas do processo de produção. Como foi apontado anteriormente, os circuitos integrados 'semi-custom' consistem de um arranjo regular de 'gates' (19), que são interconectados com o intuito de prover as funções desejadas; os CIs 'standard cell' utilizam-se de estruturas de

(19) Estes 'gates' são 'chips' padronizados, que podem ser estocados em grandes quantidades e finalizados em lotes menores, de acordo com as especificações do cliente. Desta forma, é possível a produção em massa (e, portanto, de "produtos" padronizados) até uma etapa avançada do processo de fabricação, quando, então, os dispositivos são "personalizados".

circuitos pré-definidos (20) e os dispositivos 'programmable logic' contém um conjunto de 'gates' lógicos, os quais podem ser conectados (programados) para desempenhar funções diversas.

De outro lado, estes novos tipos de produtos não-padronizados beneficiam-se das novas possibilidades abertas pelo crescente desenvolvimento das técnicas de projeto de dispositivos microeletrônicos com o auxílio de equipamentos de CAD, permitindo significativas reduções de tempo e de custo, na fase de projeto.

Em decorrência desta maior flexibilização, tanto do projeto quanto da própria produção de dispositivos microeletrônicos destinados ao mercado sob-encomenda, os três novos segmentos de produtos não-padronizados têm despertado o interesse também das grandes empresas líderes do mercado mundial de produtos padronizados, e não apenas das pequenas e médias empresas, como ocorre no caso dos circuitos integrados 'full-custom'.

Assim, nos anos oitenta, as empresas da 'big league' e as da 'little league', até então com atuação em áreas distintas, passam a atuar em segmentos comuns do mercado de circuitos integrados. Não está claro, entretanto, qual a dinâmica de competição que será imprimida nestes segmentos, dado o caráter ainda incipiente dos mesmos.

Nesta fase inicial, dado o extremo dinamismo tecnológico destes novos segmentos, parece existir um elevado grau de especialização da produção, com as empresas menores abrindo

(20) Os dispositivos 'standard cell' utilizam-se de células de circuitos padronizados ('cell library') e, portanto, já testadas que precisam simplesmente ser arranjadas e interconectadas no silício, da mesma maneira que uma placa de circuito impresso, segundo as especificações do cliente.

caminho e as maiores avançando sobre as menores, à medida em que o mercado de determinados dispositivos se mostra mais atrativo.

A competição entre as empresas que atuam no mercado aberto de circuitos integrados passa a realizar-se, assim, nos anos oitenta, em três faixas, e não mais em duas:

- a dos produtos padronizados, entre as grandes empresas líderes do mercado mundial;
- a dos produtos não-padronizados 'full-custom', entre as empresas de menor porte; e
- a dos produtos não-padronizados do tipo 'semi-custom', 'standard-cell' e 'programmable logic', onde atuam empresas dos dois grupos, da 'big' e da 'little league'.

A evolução da participação relativa de cada um desses segmentos no total do mercado aberto de circuitos integrados, no período 1981-1990, é apresentada na Tabela III.1 e permite detectar as seguintes tendências: queda do peso relativo dos produtos padronizados e importância crescente dos novos produtos não-padronizados, ficando os produtos 'full-custom' numa posição de certa estabilidade, ao longo de todo o período.

A entrada das grandes empresas líderes do mercado mundial de circuitos integrados, nos três novos segmentos de produtos não-padronizados, pode ser observada nas Tabelas III.2, III.3, III.4, que apresentam os principais produtores de 'gate array',^(21) 'standard cell' e 'programmable logic',

(21) Os dispositivos 'gate array' formam um dos segmentos do mercado de 'semi-custom', e responderam por 92% do total deste "mercado, em 1984. O outro segmento é o dos CIs 'linear array'.

respectivamente, bem como a posição de cada um deles no ranking de CIs^(22).

TABELA III.1

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO MERCADO MUNDIAL (1) DE CIRCUITOS INTEGRADOS, SEGUNDO A UNIVERSALIDADE OU ESPECIFICIDADE DE SEU USO
1981 - 1990

ANO	CIs PADRONIZADOS	CIs NÃO - PADRONIZADOS (2)	
		'Full-Custom'	Restante (2)
1981	93,0	5,2	1,8
1982	92,1	5,3	2,6
1983	91,4	4,8	3,8
1984	91,5	3,5	5,0
1985 (3)	88,3	4,6	7,1
1986 (3)	85,4	5,1	9,5
1987 (3)	82,6	6,0	11,4
1988 (3)	84,2	4,9	10,9
1989 (3)	84,7	4,7	10,6
1990 (3)	82,9	5,2	11,9

(1) Exclui a produção dos produtores cativos. Exclui, também, o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(2) Refere-se aos dispositivos 'semi-custom', 'standard-cell' e 'programmable logic'.

(3) Previsão.

FONTE: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83-A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p.3.

ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985-Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p.19 e 86.

(22) A discussão sobre as empresas líderes no mercado mundial de circuitos integrados será apresentada no item III.4, mais adiante.

A participação dos dez maiores produtores de CIs, em geral, no mercado de 'gate array' já atinge, aproximadamente 42% do total deste mercado, sendo que a empresa líder é a Fujitsu (Japão), seguida de duas empresas de segunda linha: a norte-americana LSI Logic, que atua apenas no mercado de 'gate array', e a inglesa Ferranti. Cabe registrar que, subdividindo-se o mercado de 'gate array' em MOS e bipolar, a liderança em cada um desses segmentos é exercida, respectivamente, pela LSI e Ferranti, ficando a Fujitsu em segundo lugar nos dois segmentos. Este fato corrobora a idéia de que existe uma certa especialização em segmentos mais restritos de mercado, particularmente por parte das empresas de menor porte.

Já no mercado de dispositivos 'standard cell', a participação das grandes empresas líderes está restrita à presença da Texas Instruments (EUA), com apenas 4% do mercado destes dispositivos, havendo, entretanto, registro de acordos técnicos recentes envolvendo duas outras empresas do grupo das dez maiores em CIs: um, entre a National (6ª, em CI) e a IMP, que detém 7,5% do mercado de circuitos integrados 'standard cell'; e outro, entre a Motorola (4ª, em CI) e a NCR, líder do mercado de 'standard cell', com 27% da produção^(23). A menor penetração das empresas da 'big league' no mercado de CIs 'standard cell' deve-se, provavelmente, ao fato de que, apesar de exibirem uma certa flexibilidade de projeto e produção, estes dispositivos exigem, como foi apontado anteriormente, a 'customização' de todas as "máscaras", revelando-se, portanto, menos atrativos que os 'semi-custom' e os 'programmable logic', para a produção por parte das grandes empresas.

(23) ICE (1985), op.cit. p.109.

TABELA III.2
PRINCIPAIS PRODUTORES DE CIRCUITOS INTEGRADOS
'GATE ARRAY' (1)

EMPRESA	1984	
	PRODUÇÃO (2) (US\$ Milhões)	POSIÇÃO NO RANKING 'Gate Array' CIs
Fujitsu	110	1 7
LSI Logic (3)	85	2 37
Ferranti (4)	85	3 27
Motorola	55	4 4
Texas Instruments	40	5 1
NEC	30	6 2
Toshiba	28	7 9
Siemens	27	8 18
AMCC (3)	17	9 ..
Hitachi	16	10 3

(1) Os dispositivos 'gate array' formam um dos segmentos do mercado de 'semi-custom', e responderam por 92% do total deste mercado, em 1984. O outro segmento é o dos CIs 'linear array'.

(2) Exclui a produção dos produtores cativos.

(3) A LSI Logic e a AMCC produzem apenas circuitos integrados do tipo 'gate array'.

(4) Inclui a produção da Interdesign.

FONTE: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 94.

TABELA III.3

PRINCIPAIS PRODUTORES DE CIRCUITOS INTEGRADOS

'STANDARD CELL'

1984

EMPRESA	PRODUÇÃO ^(1) (US\$ Milhões)	POSIÇÃO NO RANKING	
		'Standard Cell'	CIs
NCR	32	1	36
VTI	25	2	..
Zymos ^(2)	19	3	..
IMP	9	4	..
Harris	9	5	17
Gould Ami	8	6	26
Texas Instr.	5	7	1
Outros	13	.	.
TOTAL	120	.	.

(1) Exclui a produção dos produtores cativos.

(2) A Zymos produz apenas circuitos integrados 'standard cell'.

FONTE : ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation.

Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry.

Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p.96.

TABELA III.4

PRODUTORES DE CIRCUITOS INTEGRADOS
'PROGRAMMABLE LOGIC' (1)

1984

EMPRESA	POSIÇÃO NO RANKING DE CIs
Altera	..
AMD	8
Cypress	..
Harris	17
Intel	5
Lattice	..
MMI - Monolithic Memories (2)	23
Motorola	4
National	6
Ricoh	..
Signetics (Philips)	10
Solid State SCI	..
Texas Instruments	1
VTI	..

(1) Também conhecido como dispositivo 'fused logic'.

(2) Empresa líder do mercado de dispositivos 'programmable logic',
atendendo aproximadamente 50% do total do mesmo.

FONTE : ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation.
Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Ari-
zona, ICE, 1985, p.99.

Para o segmento de circuitos integrados 'programmable logic', não é possível calcular a participação percentual das empresas maiores, mas é significativo o fato de, das quatorze empresas atualmente atuantes nesse mercado, seis estarem entre as dez maiores empresas do mercado de CIs.

Em síntese, se bem que estejam ainda muito pouco definidas as características da concorrência nos novos segmentos do mercado de produtos não-padronizados, as primeiras observações indicam que a penetração nesses promissores mercados não se restringe às pequenas e médias empresas que tradicionalmente atuam no estreito espaço dos produtos sob encomenda, estendendo-se às grandes empresas com experiência na produção de grandes quantidades — produtos padronizados. A forma como se processará a divisão desse mercado entre os dois grupos de empresas está, ainda, por ser melhor estudada.

III.3. Especialização das Empresas em Segmentos do Mercado de Semicondutores

Na seção anterior, foi visto que a concorrência no mercado de semicondutores se deu, até o final dos anos setenta, no interior de dois grupos distintos de empresas ('big league' e 'little league') e que essa separação resulta de uma estratégia de especialização da produção por parte das empresas atuantes na indústria de semicondutores, que coloca, de um lado, os produtores de produtos padronizados e, de outro, os de produtos não-padronizados.

Atentou-se, também, para o fato de que, nos anos oitenta, estes dois grupos de empresas passam a atuar em um espaço comum de mercado, formado pelos novos produtos não-padronizados,

e que as evidências disponíveis são no sentido de que existe um elevado grau de especialização da produção nestes novos segmentos, não havendo ainda indicações claras sobre como se processará a divisão desse mercado entre os dois grupos de empresas.

Nesta seção, pretende-se mostrar como, no interior do segmento de mercado demarcado pela 'big league', no que diz respeito aos produtos padronizados, também se dá um certo nível de especialização da produção, com as empresas procedendo a uma certa divisão do mercado, sem contudo eliminar a acirrada concorrência entre as mesmas. Quanto à especialização nos novos segmentos de produtos não-padronizados, não será comentada aqui, por não se dispor de maiores informações, além das já apresentadas no item anterior.

Inicialmente, cabe observar que a especialização em segmentos mais restritos de mercado, que se verifica no interior da 'big league', se dá não apenas em termos do tipo de produto oferecido, mas, também, da tecnologia de processo utilizada na fabricação dos mesmos. Esta última, aliás, imprime características de performance específicas aos produtos, contribuindo, também, no sentido de diferenciá-los quanto à demanda a que se destinam atender.

Ademais, à medida em que aumentam a complexidade dos dispositivos microeletrônicos e, conseqüentemente, os custos de desenvolvimento dos mesmos, a tendência no sentido da especialização se vê acentuada^(24).

A divisão de mercado entre as grandes empresas líderes da produção mundial de semicondutores reflete-se na presença

(24) RADA, op.cit., pp. 90-91.

diferenciada dessas empresas nos diversos segmentos do mercado de semicondutores.

Assim, por exemplo, a Motorola tem atuação marcante nos segmentos de dispositivos discretos, memória MOS e microprocessadores; a National, em circuitos lineares e lógicos, e vem procurando crescer no mercado de dispositivos específicos para a área de telecomunicações, controle de processo e conversão de dados; A Intel, por sua vez, é uma das líderes do mercado de microprocessadores e apresenta grande capacitação tecnológica em dispositivos de memória do tipo EPROM e EEPROM; a Signetics e a Fairchild são competitivas na linha de produtos bipolar; e assim por diante (25).

A identificação da linha de produtos das empresas, a um nível maior de desagregação, certamente revelaria um grau de especialização ainda mais acentuado. O segmento de microprocessadores é bem ilustrativo desse fato, pois as empresas que lideram, por exemplo, a produção de MPUs de 8-bit não necessariamente têm participação expressiva na produção de MPUs de 16-bit.

Isto não elimina, entretanto, a possibilidade de algumas empresas atuarem em um grande número de segmentos de mercado, numa estratégia de ampliar horizontalmente a linha de produtos, oferecendo a maior variedade possível de componentes. Este tem sido o caso da Texas Instruments, por exemplo, que procura aliar uma estratégia de diversificação de mercados, em semicondutores, com uma de integração-para-frente, na direção de produtos finais (26).

(25) Para maiores informações sobre as principais áreas de atuação das empresas líderes, ver ICE (1983), op. cit., pp. 58-63.

(26) RADA, op. cit., p. 90.

O que se pretende ressaltar é que a estratégia de diversificação de produtos na indústria de semicondutores, tem limites, que são cada vez mais estreitos, em função da crescente complexidade dos dispositivos.

III.4. Concorrência a Nível Mundial: Países e Empresas Líderes

III.4.1. Evolução da Distribuição Geográfica da Produção Segundo a Localização da Matriz: 1980 - 1985

A Tabela III.5 apresenta a produção de semicondutores segundo a localização geográfica da matriz, para o período 1980 - 1985. Para melhor visualização, apresenta-se, também, na Tabela III.6, as participações percentuais de cada área geográfica no total da produção mundial, para o mesmo período, sendo possível destacar as seguintes tendências:

- contínua queda na participação das empresas de origem norte-americana e européia, nos dois segmentos do mercado de semicondutores. No caso dos EUA, esta redução foi particularmente significativa em 1984;
- contínuo aumento na participação dos produtores de origem japonesa, nos dois segmentos do mercado de semicondutores, com particular ênfase para o ano de 1984;
- certa estabilidade na participação do "Resto do Mundo" de 1980 a 1984, com previsão de ampliação em 1985.

Considerando-se as significativas variações apresentadas em 1984, na distribuição percentual da produção mundial de semicondutores, entre as diversas áreas geográficas, cabe analisar o comportamento da produção em 1984 e 1985 (previsão) em cada

TABELA III.5
PRODUÇÃO MUNDIAL ⁽¹⁾ DE SEMICONDUTORES, POR ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DA MATRIZ
1980 - 1985

	(US\$ Milhões)					
ÁREA GEOGRÁFICA	1980	1981	1982	1983	1984	1985 ⁽²⁾
<u>EUA</u>						
CIs, mercado aberto	6.360	6.050	6.300	7.850	12.250	9.905
CIs, cativo	2.695	2.900	3.000	3.625	4.615	4.940
CIs, total	9.055	8.950	9.300	11.475	16.865	14.845
Discretos, mercado aberto	...	...	...	1.775	2.150	1.875
Discretos, cativo	...	...	...	370	435	460
Discretos, total	2.080	1.950	1.875	2.145	2.585	2.335
Semicondutores, total	11.135	10.900	11.175	13.620	19.450	17.180
<u>EUROPA OCIDENTAL</u>						
CIs, total	710	790	790	1.040	1.545	1.325
Discretos	910	750	710	935	1.175	1.055
Semicondutores, total	1.620	1.540	1.500	1.975	2.720	2.380
<u>JAPÃO</u>						
CIs, total	2.450	2.590	3.130	4.420	7.800	7.020
Discretos	1.390	1.580	1.520	1.790	2.640	2.450
Semicondutores, total	3.840	4.170	4.650	6.210	10.440	9.470
<u>RESTO DO MUNDO ⁽¹⁾</u>						
CIs, total	130	160	160	230	370	425
Discretos	190	200	190	200	250	275
Semicondutores, total	320	360	350	430	620	700
<u>TOTAL ⁽¹⁾</u>						
CIs, total	12.345	12.490	13.380	17.165	26.580	23.615
Discretos, total	4.570	4.480	4.295	5.070	6.650	6.115
Semicondutores, total	16.915	16.970	17.675	22.235	33.230	29.730

(1) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(2) Previsão.

FONTE: 1980 - ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 82 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1982, p. 5.

1981-82 - ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83 - A Report on the Integrated Circuit Industry, Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, p. 3.

1983-85 - ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 12.

TABELA III.6

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DA PRODUÇÃO MUNDIAL⁽¹⁾ DE SEMICONDUTORES,
 POR ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DA MATRIZ
 1980 - 1985

(%)

a) Semicondutores, total

ÁREA GEOGRÁFICA	1980	1981	1982	1983	1984	1985 ⁽²⁾
EUA	65,8	64,2	63,2	61,3	58,5	57,8
Europa Ocidental	9,6	9,1	8,5	8,9	8,2	8,0
Japão	22,7	24,6	26,3	27,9	31,4	31,9
Resto do Mundo ⁽¹⁾	1,9	2,1	2,0	1,9	1,9	2,3

b) Circuitos Integrados

ÁREA GEOGRÁFICA	1980	1981	1982	1983	1984	1985 ⁽²⁾
EUA	73,3	71,7	69,5	66,9	63,5	62,9
Europa Ocidental	5,8	6,3	5,9	6,1	5,8	5,6
Japão	19,8	20,7	23,4	25,7	29,3	29,7
Resto do Mundo ⁽¹⁾	1,1	1,3	1,2	1,3	1,4	1,8

c) Discretos

ÁREA GEOGRÁFICA	1980	1981	1982	1983	1984	1985 ⁽²⁾
EUA	45,5	43,5	43,7	42,3	38,9	38,2
Europa Ocidental	19,9	16,7	16,5	18,5	17,7	17,2
Japão	30,4	35,3	35,4	35,3	39,7	40,1
Resto do Mundo ⁽¹⁾	4,2	4,5	4,4	3,9	3,7	4,5

(1) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(2) Previsão.

FONTE: Tabela III.5.

TABELA III.7

TAXAS DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO MUNDIAL⁽¹⁾ DE SEMICONDUTORES,
 POR ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DA MATRIZ
 1984 - 1985

ÁREA GEOGRÁFICA	1984/83	1985/84 ⁽²⁾
<u>EUA</u>		
CIs, mercado aberto	56	- 19
CIs, cativo	27	7
CIs, total	47	- 12
Discretos, mercado aberto	21	- 13
Discretos, cativo	18	6
Discretos, total	21	- 10
Semicondutores, total	43	- 12
<u>EUROPA OCIDENTAL</u>		
CIs, total	49	- 14
Discretos	26	- 10
Semicondutores, total	38	- 12
<u>JAPÃO</u>		
CIs, total	76	- 10
Discretos	47	- 7
Semicondutores, total	68	- 9
<u>RESTO DO MUNDO⁽¹⁾</u>		
CIs, total	61	15
Discretos	25	10
Semicondutores, total	44	13
<u>TOTAL⁽¹⁾</u>		
CIs, total	55	- 11
Discretos, total	31	- 8
Semicondutores, total	49	- 11

(1) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(2) Previsão.

FONTE: Tabela III.5.

uma das regiões e segmentos do mercado. Neste sentido, são apresentadas, na Tabela III.7, as taxas de crescimento da produção mundial de semicondutores, nos períodos 1984/83 e 1985/84.

Com relação ao ano de 1984, destacam-se as seguintes observações:

- aumento expressivo da produção de semicondutores em todas as regiões, particularmente no segmento de circuitos integrados (55%);
- com relação aos circuitos integrados, apresentaram maior crescimento: o Japão (76%) e o "Resto do Mundo" (61%). Os EUA apresentaram um aumento razoável na produção de circuitos integrados para o mercado aberto (56%), mas como o incremento da produção destes dispositivos por parte dos produtores cativos foi relativamente pequeno (27%), o crescimento da produção total de CIs das empresas de origem americana resultou ser menor do que o observado a nível mundial (47% contra 55%);
- com relação aos dispositivos discretos, também foram as empresas de origem japonesa as que lideraram o crescimento (47%), seguidas das européias (26%) e das empresas com matriz sediada no "Resto do Mundo" (25%). As norte-americanas foram as que apresentaram menor taxa de crescimento (21%);
- como consequência do crescimento diferenciado entre as diversas regiões, nos dois grandes segmentos do mercado de semicondutores, verificam-se algumas alterações importantes nas participações de cada região nestes mercados (ver Tabela III.6).

Em síntese, o ano de 1984 foi excepcional para todos

os produtores de semicondutores, mas o foi particularmente para os produtores japoneses, permitindo ao Japão ampliar sua participação nos dois segmentos do mercado de semicondutores.

Com relação ao ano de 1985, cabe destacar que:

- é esperado um decréscimo da produção em todas as regiões, exceto no "Resto do Mundo" e no segmento de produção cativa dos EUA;
- as previsões são de que o Japão apresente taxas negativas menores do que os EUA e a Europa, tanto em circuitos integrados quanto em componentes discretos;
- como consequência, prevê-se uma ampliação da participação do Japão e, principalmente, do "Resto do Mundo", em 1985 (ver Tabela III.6.).

Com relação à produção do "Resto do Mundo", cumpre registrar que somente alguns poucos países em desenvolvimento têm produção em bases nacionais (entendida, aqui, como aquela levada a efeito por empresas locais) de componentes semicondutores, em geral mais em dispositivos discretos do que em circuitos integrados. Destes países, a Coreia do Sul é o que tem apresentado uma maior capacitação tecnológica na área de circuitos integrados; mas Taiwan, Malásia, Hong-Kong, Singapura, Brasil e mais alguns outros, vêm envidando esforços no sentido de melhorarem suas posições (27).

(27) Para uma discussão mais detalhada, ver, por exemplo, U.S. CONGRESS/Office of Technology Assessment. International Competitiveness in Electronics. Washington, OTA, november 1983, pp. 143 e 383-389. Sobre a Coreia do Sul, ver CHUNG, Joseph S. National Policies for Developing High Technology Industries: Korea's Informatics Industry. Preparado para o Symposium on National Policies for High Technology Industries: International Comparisons, SRI International. Washington, D.C., September 12-13, 1985.

III.4.2. Liderança nos Principais Segmentos do Mercado - Situação em 1984-1985

Tomando-se, numa primeira aproximação, a indústria de semicondutores como um todo (e, aqui, está-se considerando, inclusive, a produção dos produtores cativos) a liderança dos produtores norte-americanos é substancial, dominando 58,5% da produção mundial de semicondutores, em 1984 (ver Tabela III.6). Essa liderança é bem mais marcada para circuitos integrados (63,5%) do que para componentes discretos (38,9%), que representam uma parcela inferior e rapidamente declinante da produção das empresas norte-americanas. A participação das empresas japonesas, nesse mesmo ano, foi de 31,4%, 29,3% e 39,7%, respectivamente. No entanto, mesmo na área de circuitos integrados, a liderança das empresas norte-americanas não é homogênea e estável. As empresas japonesas têm conquistado importantes parcelas de mercado, especialmente no segmento de memórias, através de políticas agressivas de preços e de pesquisas tecnológicas.

Ademais, se o universo de análise for restringido ao conjunto dos produtores que atuam no mercado aberto, deixando-se de lado aqueles que apenas produzem para consumo próprio, a liderança norte-americana vê-se expressa em participações menos significativas do que as acima mencionadas: 51,1%, 55,8% e 34,6%, para semicondutores, circuitos integrados e componentes discretos, respectivamente, em 1984 (ver Tabela III.8). Neste caso, a posição japonesa apresenta-se mais ameaçadora: 37,0%, 35,5% e 42,5%, respectivamente; ademais, como pode ser visto na referida tabela, estes percentuais tendem a se ampliar em 1985, em detrimento da posição norte-americana.

Um outro indicador da crescente penetração dos produ-

TABELA III.8

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DA PRODUÇÃO MUNDIAL^(1) DE SEMICONDUTORES
DAS EMPRESAS QUE ATUAM NO MERCADO ABERTO, POR ÀREA DE LOCALIZAÇÃO
DA MATRIZ

1983 - 1985

a) Semicondutores, total (%)

ÁREA GEOGRÁFICA	1983	1984	1985 ^(2)
EUA	52,8	51,1	48,4
Europa Ocíd.	10,8	9,7	9,8
Japão	34,0	37,0	38,9
Resto do Mundo ^(1)	2,4	2,2	2,9

b) Circuitos Integrados

ÁREA GEOGRÁFICA	1983	1984	1985 ^(2)
EUA	58,0	55,8	53,0
Europa Ocíd.	7,7	7,0	7,1
Japão	32,6	35,5	37,6
Resto do Mundo ^(1)	1,7	1,7	2,3

c) Discretos

ÁREA GEOGRÁFICA	1983	1984	1985 ^(2)
EUA	37,8	34,6	33,2
Europa Ocíd.	19,9	18,9	18,7
Japão	38,1	42,5	43,3
Resto do Mundo ^(1)	4,2	4,0	4,8

(1) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(2) Previsão.

FONTE : Tabela III.5

tores japoneses no mercado mundial de semicondutores e da consequente perda de espaço dos produtores norte-americanos pode ser encontrado na evolução recente do comércio de semicondutores entre os EUA e o Japão, que deve ser observada à luz do processo de deterioração que tem caracterizado a balança comercial norte-americana nos últimos anos.

Acompanhando o fortalecimento do dólar, os EUA vêm apresentando um elevado déficit em sua balança comercial, no período recente, particularmente notável na indústria eletrônica. Os valores de exportações e importações dos EUA, de produtos eletrônicos, no período 1980-1985, são apresentados na Tabela III.9, e evidenciam a reversão de uma situação de superávit, até 1983, para uma de déficit, crescentemente ampliado, em 1984-1985.

TABELA III.9

**EUA - EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DE PRODUTOS ELETRÔNICOS
1980 - 1985**

(US\$ Bilhões)

ANO	EXPORTAÇÃO (A)	IMPORTAÇÃO (B)	DIFERENÇA (A) - (B)
1980	21,8	15,5	+ 6,3
1981	24,0	19,2	+ 4,8
1982	24,9	21,4	+ 3,5
1983	26,8	26,7	+ 0,1
1984 ⁽¹⁾	33,2	40,0	- 6,8
1985 ⁽²⁾	36,0	48,0	- 12,0

(1) Dados preliminares.

(2) Previsão.

FONTE: American Electronics Association. Extraído de: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona ICE, 1985, p. 26.

Em 1984, embora os EUA tenham obtido um superávit de 7,3 bilhões de dólares (estimado) no comércio de produtos eletrônicos com a Europa Ocidental, seus resultados globais nesta área (indústria eletrônica) foram comprometidos por um déficit estimado de 15,0 bilhões de dólares com o Japão. O déficit americano no comércio de produtos eletrônicos com o Japão cresceu quatro vezes desde 1980, sendo esperado que se amplie ainda mais em 1985^(28).

A deterioração da posição norte-americana em relação ao Japão é particularmente acentuada na área de circuitos integrados, na qual o déficit americano com o Japão cresceu seis vezes desde 1982, como pode ser observado na Figura III.2, que apresenta o saldo da balança comercial EUA/Japão, na área de circuitos integrados, para o período 1975-1984.

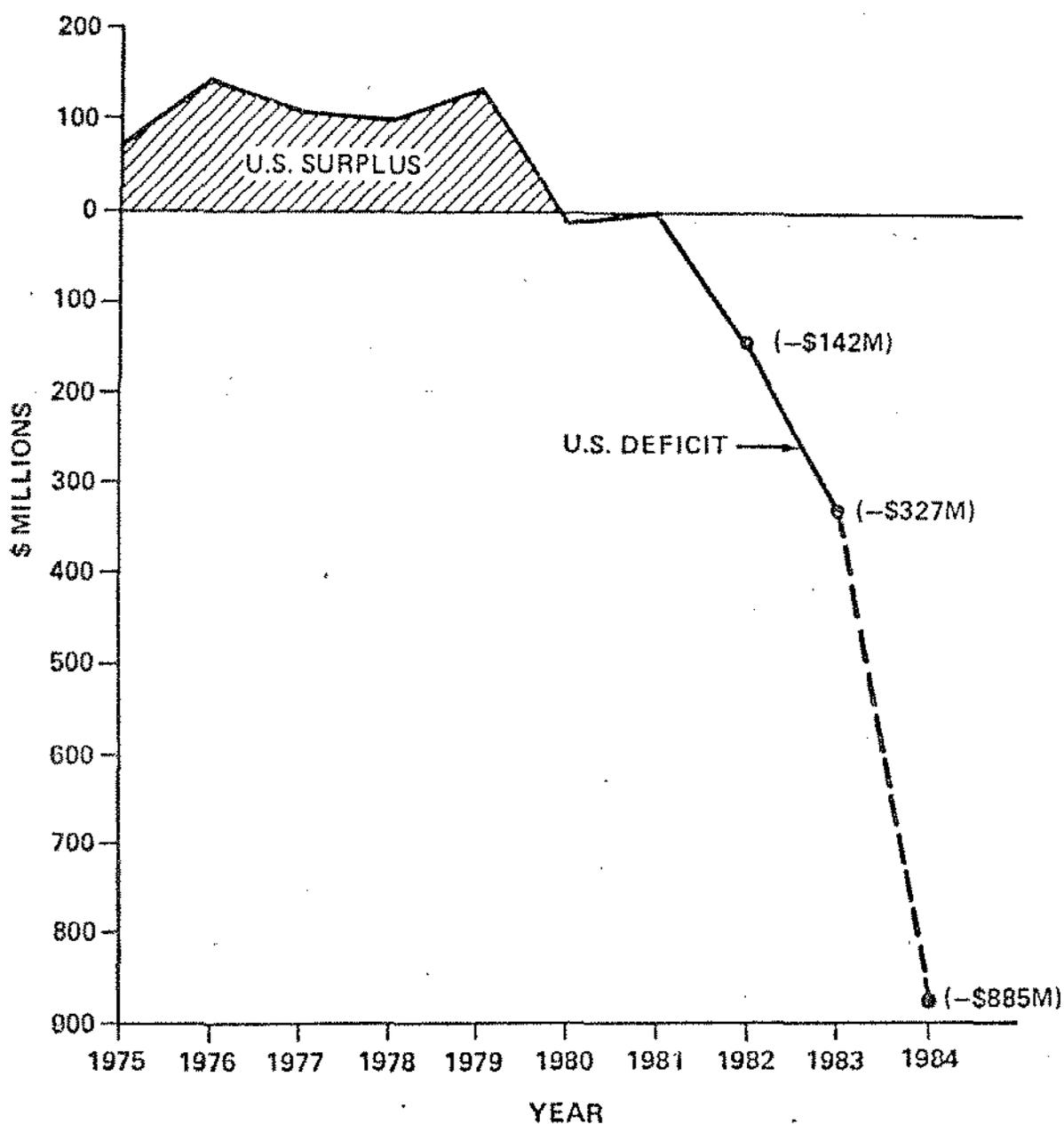
Para 1985, é esperada uma menor ampliação do déficit americano na área de circuitos integrados (em decorrência do fraco desempenho que vem sendo observado neste mercado) devendo alcançar algo em torno de 900-1000 milhões de dólares, suficientemente alto, entretanto, para provocar a reação de diversos produtores norte-americanos de CIs, que vêm solicitando medidas de proteção ao Governo dos EUA.

(28) Todas as informações apresentadas neste parágrafo foram extraídas de ICE (1985), op. cit., pp.23-25.

FIGURA III.2

EUA/JAPÃO - SALDO DA BALANÇA COMERCIAL DE CIRCUITOS INTEGRADOS

1975 - 1984



FONTE : Japan Finance Ministry. Extraído de: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 27.

III.4.2.1. Memórias

A luta pelo mercado das memórias RAM 64K foi efetivamente vencida pelos japoneses, como se depreende da Tabela III.10, que mostra que, já em 1982, a Hitachi e a Fujitsu lideravam o mercado mundial de memórias RAM 64K detendo 60% do mesmo.

TABELA III.10

**MERCADO MUNDIAL DE MEMÓRIAS RAM 64K PRINCIPAIS PRODUTORES
1982**

(%)

EMPRESA PRODUTORA	LOCALIZAÇÃO	PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL
Hitachi	Japão	40
Fujitsu	Japão	20
Motorola	EUA	19
Texas Instruments	EUA	7
Nippon Electric Co.-NEC	Japão	6

FONTE: Financial Times. Extraído de: BESSANT, John. Technology and Market Trends in the Production and Application of Information Technology. UNIDO (Microelectronics Monitor nº 8 - Supplement), december, 1983, p. 5.

No que se refere às gerações anteriores de memórias, embora tenham entrado tarde no mercado, os japoneses acabaram por elevar sua participação, às custas das empresas norte-americanas. Segundo ERNST^(29), em 1981 os japoneses já detinham 40% do mercado mundial de memórias RAM 16K.

(29) ERNST, Dieter. Restructuring World Industry in a Period of Crisis - The Role of Innovation. An Analysis of Recent Developments in the Semiconductor Industry. UNIDO, december, 1981, p. 52.

Na nova geração de memórias RAM 256K, por sua vez, embora a tecnologia dos EUA seja superior (em termos de menor tempo de acesso, menor consumo de energia e, em geral, melhor performance dos dispositivos)^(30), também já é evidente o domínio japonês nesse mercado, como pode ser observado na Tabela III.11, que apresenta os quatro maiores produtores de DRAM 256K, no ano de 1984 e no mês de Junho de 1985, todos japoneses.

TABELA III.11
PRINCIPAIS PRODUTORES DE MEMÓRIAS DRAM 256K
1984 e JUN/85

RANK	EMPRESA	PRODUÇÃO ⁽¹⁾ (Milhões de Unidades)	
		1984 ⁽²⁾	Junho/1985
1	Hitachi	10,2	4,0
2	NEC	9,4	4,0
3	Fujitsu	3,7	2,0
4	Toshiba	1,1	1,5
	Outras	2,6	2,5
TOTAL		27,0	14,0

(1) Estimativa.

(2) Não inclui a produção interna da AT & T.

FONTE: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 142.

Parece evidente que, para as demais empresas com interesse no mercado de memórias DRAM 256K, ganhar (ou mesmo manter) alguma parcela do mercado apresenta-se como uma tarefa árdua, frente à sólida hegemonia japonesa.

(30) BESSANT, John. Technology and Market Trends in the Production and Application of Information Technology. UNIDO (Microelectronics Monitor nº 9 - Supplement), december 1983, p. 5.

Uma lista das empresas que atuam na área de memórias DRAM 256K é apresentada na Tabela III.12. Note-se que a National (EUA) tem adiado sua entrada efetiva nesse mercado. Registre-se, também, que a inglesa Inmos está considerando a possibilidade de retirar-se inteiramente desse mercado^(31), o mesmo podendo ocorrer com outros produtores.

Apesar deste quadro, está prevista a entrada de um grande número de novos competidores, a maior parte deles japoneses e coreanos (ver Tabela III.13), o que aponta para a possibilidade de um acirramento ainda maior da concorrência nesse mercado.

(31) Segundo o ICE (1985), op. cit., p. 140.

TABELA III.12

PRODUTORES DE MEMÓRIAS DRAM 256K

1985

EMPRESA	LOCALIZAÇÃO DA MATRIZ	DISPONIBILIDADE	
		Protótipo	Produção
AMD	EUA	1º Trim. 85	4º Trim. 85
AT&T Technologies	EUA	1º Trim. 82	1º Trim. 83
Fujitsu	Japão	1º Trim. 83	3º Trim. 83
Hitachi	Japão	1º Trim. 82	1º Trim. 83
Inmos	Inglaterra	4º Trim. 84	1º Trim. 85
Intel	EUA	2º Trim. 84	3º Trim. 84
Matsushita	Japão	2º Trim. 84	4º Trim. 84
Micron	EUA	3º Trim. 84	4º Trim. 85
Mitsubishi	Japão	3º Trim. 83	4º Trim. 84
Mostek	EUA	3º Trim. 83	4º Trim. 84
Motorola	EUA	3º Trim. 84	2º Trim. 85
National	EUA	3º Trim. 84	Adiada
NEC	Japão	2º Trim. 83	1º Trim. 84
Oki	Japão	2º Trim. 82	4º Trim. 84
Siemens	Alemanha	4º Trim. 84	2º Trim. 85
Texas Instruments	EUA	3º Trim. 83	1º Trim. 85
Toshiba	Japão	4º Trim. 82	3º Trim. 83

FONTE: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term
1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona,
 1985, p. 143.

TABELA III.13

NOVOS PROGRAMAS NA ÁREA DE MEMÓRIAS

DRAM 256K

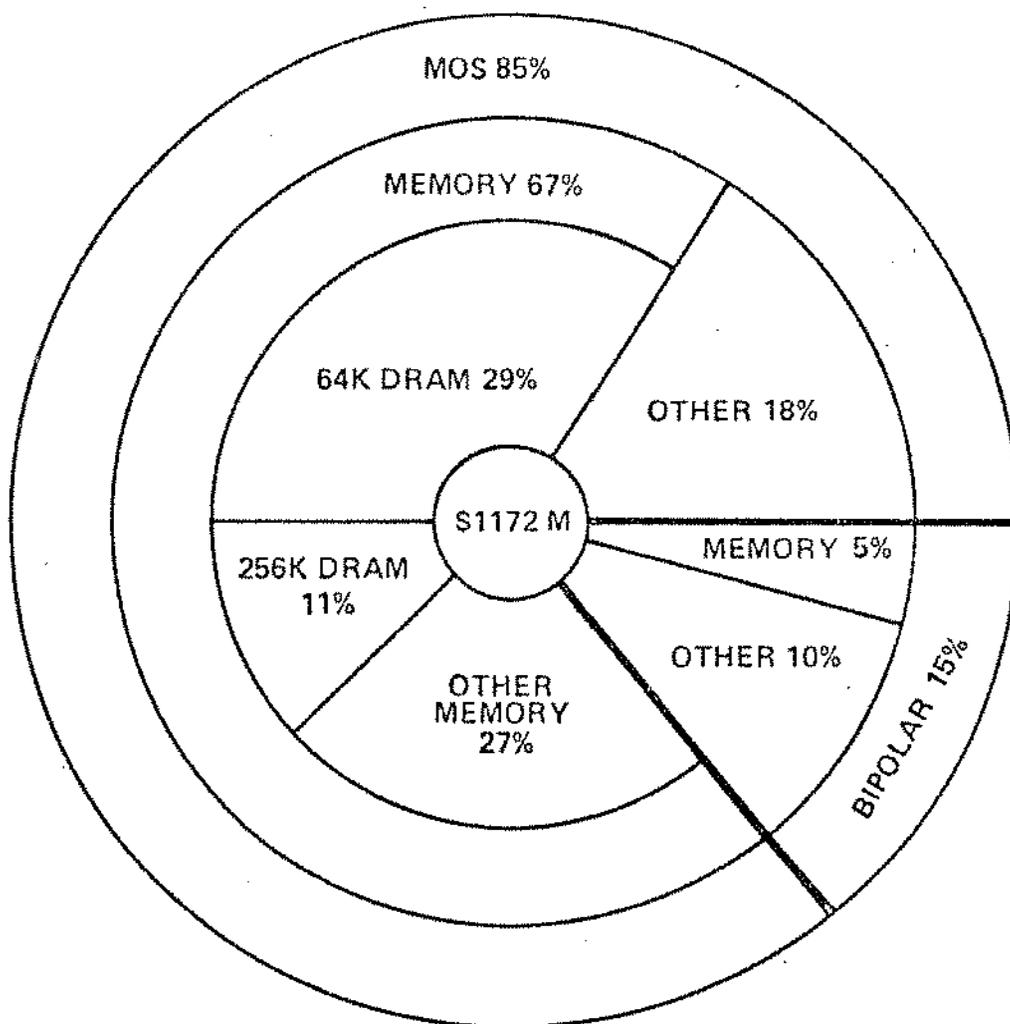
PAÍS DE ORIGEM	EMPRESA	PROGRAMA 256K
Coréia	Daewoo	Planejado
Coréia	Gold Star Semi	Atualmente, em produção
Coréia	Hyundai	Protótipo- 1º Trim. 86
Coréia	Samsung	Protótipo- Meados 85
Coréia	Tristar	Produção- Final 85
Japão	NMB/Minnebea	Produção- Meados 85
Japão	Sony/Vitelic	Protótipo- 3º Trim. 85
Japão	Ricoh/Modular	Produção- Meados 85
Japão	Suwa Seikosha	Produção- Meados 85
Itália	SGS-Ates	Planejado
França	Thomson CSF	Protótipo- 3º Trim. 85

FONTE : ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 144.

Em suma, a conquista de parcelas crescentes do mercado mundial de circuitos integrados, por parte das empresas japonesas tem estado assentada na consolidação de sua liderança na área de memórias. Isto fica evidente pela observação da pauta de exportação japonesa de CIs para os EUA, na Figura III.3. As exportações de memórias representaram 72% do total de CIs exportados para os EUA, em 1984.

FIGURA III.3

**EXPORTAÇÕES JAPONESAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS PARA OS EUA
1984**



FONTE: U. S. Department of Commerce. Extraído de: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 28.

A referida figura põe em evidência, também, um outro aspecto relevante: a forte posição competitiva do Japão na área de tecnologia MOS, já que 85% dos CIs japoneses exportados para os EUA, neste mesmo ano, foram produzidos com essa tecnologia, que, como foi visto no Capítulo II, tende a ampliar sua participação no mercado mundial de circuitos integrados^(32).

Esta posição de domínio do Japão, no mercado de circuitos integrados MOS, fica ainda mais clara pela observação da participação percentual das empresas japonesas versus a das empresas norte-americanas, nesse mercado, a nível mundial, particularmente quando confrontada com a observada no mercado de CIs, em geral (ver Tabela III.14).

TABELA III.14

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO MERCADO MUNDIAL⁽¹⁾ DE CIRCUITOS INTEGRADOS (TOTAL E MOS), POR ÁREA DE LOCALIZAÇÃO DA MATRIZ 1984

ÁREA	CIRCUITOS INTEGRADOS	
	Total	MOS
EUA	55,8%	53%
Europa Ocidental	7,0%	6%
Japão	35,5%	40%
Resto do Mundo ⁽²⁾	1,7%	1%
TOTAL (em valor)	US\$ 22 bi	US\$ 13 bi

(1) Exclui a produção dos produtores cativos.

(2) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

FONTES: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 12 e 69.

(32) Ver item II.3.2.2., do Capítulo II.

III.4.2.2. Microprocessadores

Na área de microprocessadores, o mercado é dominado por empresas norte-americanas (Intel, Motorola, Texas Instruments, Zilog, etc.), embora as empresas japonesas sejam muito ativas no segmento para aplicações em bens de consumo. As vendas de microprocessadores por parte das empresas japonesas alcançaram 170 milhões de dólares em 1980, segundo DAVIDSON^(33), o que correspondeu, aproximadamente, a 37% do total das vendas, não tendo sido possível obter informações sobre a participação percentual das mesmas, no período mais recente.

É fundamental sublinhar, entretanto, neste ponto, que os microprocessadores japoneses têm sido, tradicionalmente, ou licenciados ou simplesmente copiados de modelos norte-americanos de microprocessadores. Ou seja, as empresas norte-americanas detêm a liderança tecnológica determinando os modelos de microprocessadores a serem lançados no mercado e os produtores japoneses (e, também, os europeus) atuam como imitadores ou 'second sources'^(34), com ou sem permissão do produtor original. Esta prática, generalizada na indústria de semicondutores, proporciona, de certa forma, uma maior segurança ao usuário (na medida que, ao impedir o monopólio, o protege de eventuais interrupções na oferta) e, por outro lado, auxilia, o fabricante original, no esforço de 'marketing' internacional.

O 'second sourcing' é uma das mais importantes formas de transferência de tecnologia na indústria de semicondutores, e

(33) DAVIDSON, William H. The Information Technology Sector, June 1982 (mimeo), p. 10.

(34) Para uma discussão detalhada sobre a prática do 'second sourcing' na indústria de semicondutores, ver RADA, op. cit., pp.133-136.

consiste na prática de produzir, com ou sem autorização, um dispositivo que é idêntico ao produzido pelo produtor original. Segundo RADA, há três razões principais para a prática generalizada do 'second sourcing' na indústria de semicondutores. A primeira é a exigência das agências governamentais (especialmente o Departamento de Defesa norte-americano) e dos grandes produtores de equipamentos e sistemas finais de que os dispositivos tenham, pelo menos, dois produtores, antes de incorporá-los nos projetos de seus equipamentos. Isto significa que, para as empresas que pretendem atender estas demandas, assegurar uma 'second source' é uma necessidade.

A segunda razão é que o 'second sourcing' abre mercados que, de outro modo, não seriam disponíveis, auxiliando o produtor original no esforço por tornar o seu dispositivo um padrão para a indústria. Na indústria de semicondutores, o esforço de uma determinada empresa para que o seu dispositivo seja tomado como padrão é justificado pelo fato de que, neste caso, atrasa os seus competidores, na medida em que os obriga a reprojeter seus dispositivos com o objetivo de torná-los compatíveis com o dispositivo-padrão, o que lhe garante uma posição de quase-monopólio por algum tempo, com grandes lucros. Por outro lado, o fracasso em assegurar uma 'second source' pode significar que o seu dispositivo tenha que ter a produção suspensa. A terceira razão para o 'second sourcing', particularmente em microprocessadores, está em dividir o custo de desenvolvimento do software e dos 'chips de apoio'.

Observações mais recentes, entretanto, apontam para uma tendência à perda de importância da prática do 'second sourcing' e da cópia de projetos de 'chips' norte-americanos, por

parte dos produtores japoneses, que procuram, desta forma, numa clara mudança de estratégia, passar a uma atitude mais ofensiva também na área de microprocessadores, a exemplo da estratégia implementada para a área de memórias, de forma bem-sucedida. Desta forma, os produtores japoneses começam a projetar arquiteturas para microprocessadores originais, alternativamente à cópia dos modelos norte-americanos.

De outro lado, novas e mais rigorosas leis norte-americanas sobre 'copyright' têm procurado obstar a prática do 'second sourcing' não-licenciado (cópia ilegal), amplamente utilizado pelos produtores japoneses, até então. Em adição, as empresas norte-americanas têm, crescentemente, relutado em licenciar novas tecnologias aos japoneses, mesmo quando eles estão dispostos a pagar por elas^(35).

Neste contexto, o mercado de microprocessadores de 32-bit promete ser um dos segmentos mais competitivos da indústria de circuitos integrados. A Tabela III.15 apresenta a lista dos doze produtores que participam, atualmente, deste mercado, sendo que, em meados de 1985, apenas cinco já realizavam vendas de dispositivos de 32-bit.

Além destes, também alguns produtores cativos integrados têm desenvolvido dispositivos de 32-bit (ver Tabela III.16), que têm sido usados somente em projetos de sistemas proprietários, não havendo expectativa de que venham a competir no mercado aberto^(36).

(35) Ver, a respeito, ElectronicsWeek, 4/3/85, pp.18-21.

(36) ICE (1985), op. cit., p. 146.

Embora já seja extensa a lista de participantes no mercado de 32-bit, alguns competidores adicionais são esperados^(37): cinco empresas de origem japonesa (Fujitsu, Mitsubishi, Oki, Matsushita e Toshiba); uma empresa nascida da Fairchild (EUA), a Performance Semiconductor; e a norte-americana TRW, empresa produtora de CIs militares.

(37) ICE (1985), op. cit., p. 151.

TABELA III.15

PRODUTORES DE MICROPROCESSADORES DE 32-bit
1985

EMPRESA	DISPOSITIVO	DISPONIBILIDADE		'SECOND-SOURCE'
		Protótipo	Produção	
AMD	AM29300	4º Trim.84	4º Trim.85	Nenhuma planejada
AT&T Techn.	Unix System V	3º Trim.85	4º Trim.85	GE Intersil
DEC ⁽¹⁾	Vax-on-a-chip CPU	..	..	..
FAIRCHILD	N/A	4º Trim.85/ 1º Trim.86	..	..
Hitachi	HD63020	4º Trim.86	2º Trim.87	Acordo de licença cruzada com a Motorola para oferecer MPUs selecionados.
Inmos	T424	..	..	..
Intel	IAPX 432 chip set 80386	3º Trim. 81 1º Trim.86	1º Trim.82 ..	Possivelmente, AMD, Siemens, Fujitsu e Harris
Motorola	MC68020	2º Trim.85	..	Thomson, Rockwell, Signetics, Mostek, Hitachi, Thomson-CSF
National	NS32032 NS32132	4º Trim.83 1º Trim.86	2º Trim.84 ..	Texas Instr.; e, possivelmente, Fairchild
NCR	NCR32 chip set	2º Trim.83	4º Trim.83	..
NEC	uCOM700K	2º Trim.87	..	..
Zilog	Z80000	1º Trim.86	..	NEC

(1) Não planeja vendê-lo como um 'chip'.

FONTE : ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p.149.

TABELA III.16
PRODUTORES CATIVOS⁽¹⁾ DE MICROPROCESSADORES DE 32-bit
1985

EMPRESA	DISPOSITIVO	DISPONIBILIDADE		'SECOND SOURCE'
		Protótipo	Produção	
Data General	Eclipse chip set	cativo	cativo	-
Hewlett-Packard	Focus CPU HP9000	cativo	cativo	-
IBM	370-on-a-chip	cativo	cativo	-

(1) Não planejam oferecer no mercado aberto.

FONTE: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 150.

III.4.3. Mudanças nas Posições Relativas das Empresas Líderes

III.4.3.1. Semicondutores

A posição relativa dos principais produtores de semicondutores (componentes discretos + circuitos integrados) que atuam no mercado aberto pode ser observada na Tabela III.17, que apresenta o valor das vendas dos mesmos, no ano de 1980 e de 1984. As empresas listadas responderam, em 1980, por mais de 3/4 das vendas totais de semicondutores, a nível mundial.

A referida tabela permite observar a erosão da posição norte-americana e a crescente pressão japonesa sobre o mercado de semicondutores, não apenas pela constatação de que, das vinte e quatro maiores empresas em 1980, nove são de origem japonesa, como também pelas significativas mudanças na posição relativa das dez maiores, entre 1980 e 1984, todas em favor das empresas japonesas e em prejuízo das norte-americanas. Assim, em 1984, dos

TABELA III.17

VENDAS DOS PRINCIPAIS PRODUTORES ⁽¹⁾ MUNDIAIS DE SEMICONDUTORES
1980 e 1984

(US\$ Milhões)

RANK 1980	EMPRESA	LOCALIZAÇÃO		1980	1984	RANK 1984
		DA	MATRIZ			
1	Texas Instr.	EUA		1.580	2.415	1
2	Motorola	EUA		1.100	2.175	3
3	National	EUA		770	1.215	6
4	NEC	Japão		769	2.200	2
5	Hitachi	Japão		702	2.000	4
6	Toshiba	Japão		629	1.490	5
7	Intel	EUA		575	1.170	7
8	Fairchild	EUA		566	..	.
9	Philips	Holanda		558 ⁽²⁾	1.120 ⁽³⁾	9
10	Siemens	Alemanha		420 ⁽²⁾	..	.
11	Fujitsu	Japão		419	1.130	8
12	Signetics	EUA		384	..	.
13	Mostek	EUA		330	..	.
14	Sharp	Japão		303	..	.
15	Matsushita	Japão		300	930	10
16	Adv. Micro Dev.	EUA		282	..	.
17	Mitsubishi	Japão		254	..	.
18	AEG-Telefunken	Alemanha		196	..	.
19	Thomson-CSF	França		190	..	.
20	Sanyo	Japão		180	..	.
21	SGS-Ates	Itália		150	..	.
22	Oki	Japão		93	..	.
23	Plessey	Reino Unido		49	..	.
24	Ferranti	Reino Unido		48	..	.

(1) Exclusive os produtores cativos.

(2) Não inclui afiliadas norte-americanas.

(3) Inclui a Signetics.

FONTE: 1980 - Datapost, 1981 (extraído de BESSANT, op. cit., p.6-7)
e DAVIDSON, op. cit., p.4.

1984 - ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p.8.

cinco maiores fabricantes de semicondutores, três são japoneses; e dos dez maiores, cinco são japoneses.

Como foi visto anteriormente, 1984 foi um ano excepcional para todos os produtores de semicondutores, mas o foi, em particular, para as empresas de origem japonesa (ver Tabela III.18), contribuindo para a consolidação da posição das mesmas. Os cinco maiores produtores japoneses cresceram a uma taxa média de 69%, em 1984, enquanto os outros cinco maiores (quatro americanos e um europeu) cresceram apenas (em termos comparativos) 48%.

Além da erosão já ocorrida na posição norte-americana frente ao avanço das empresas japonesas, parece razoável esperar uma melhora ainda maior da posição do Japão no mercado mundial de semicondutores. Isto porque, segundo alguns analistas, a indústria de semicondutores japonesa está em muito melhores condições de explorar uma nova retomada deste mercado, a partir de 1986, uma vez que tem investido (e espera-se que continuará) a taxas mais altas do que a indústria norte-americana, como pode ser observado na Figura III.4. Em 1983 e 1984, o Japão conseguiu ultrapassar os EUA, em termos de volume de investimentos na indústria de semicondutores, e, para o ano de 1985, estima-se que os produtores japoneses invistam 20% mais que os norte-americanos, embora não em níveis tão elevados quanto os observados em 1983-84.

III.4.3.2. Circuitos integrados

No que se refere aos circuitos integrados, a Tabela III.19 apresenta os principais produtores mundiais que atuam no mercado aberto, e suas respectivas posições no 'ranking' (em termos de valor das vendas) para os anos de 1978, 1981 e 1984, pon-do em evidência mudanças significativas nas posições relativas

TABELA III.18

TAXAS DE CRESCIMENTO DAS VENDAS DOS DEZ MAIORES PRODUTORES
DE SEMICONDUTORES PARA O MERCADO ABERTO

1984/1983

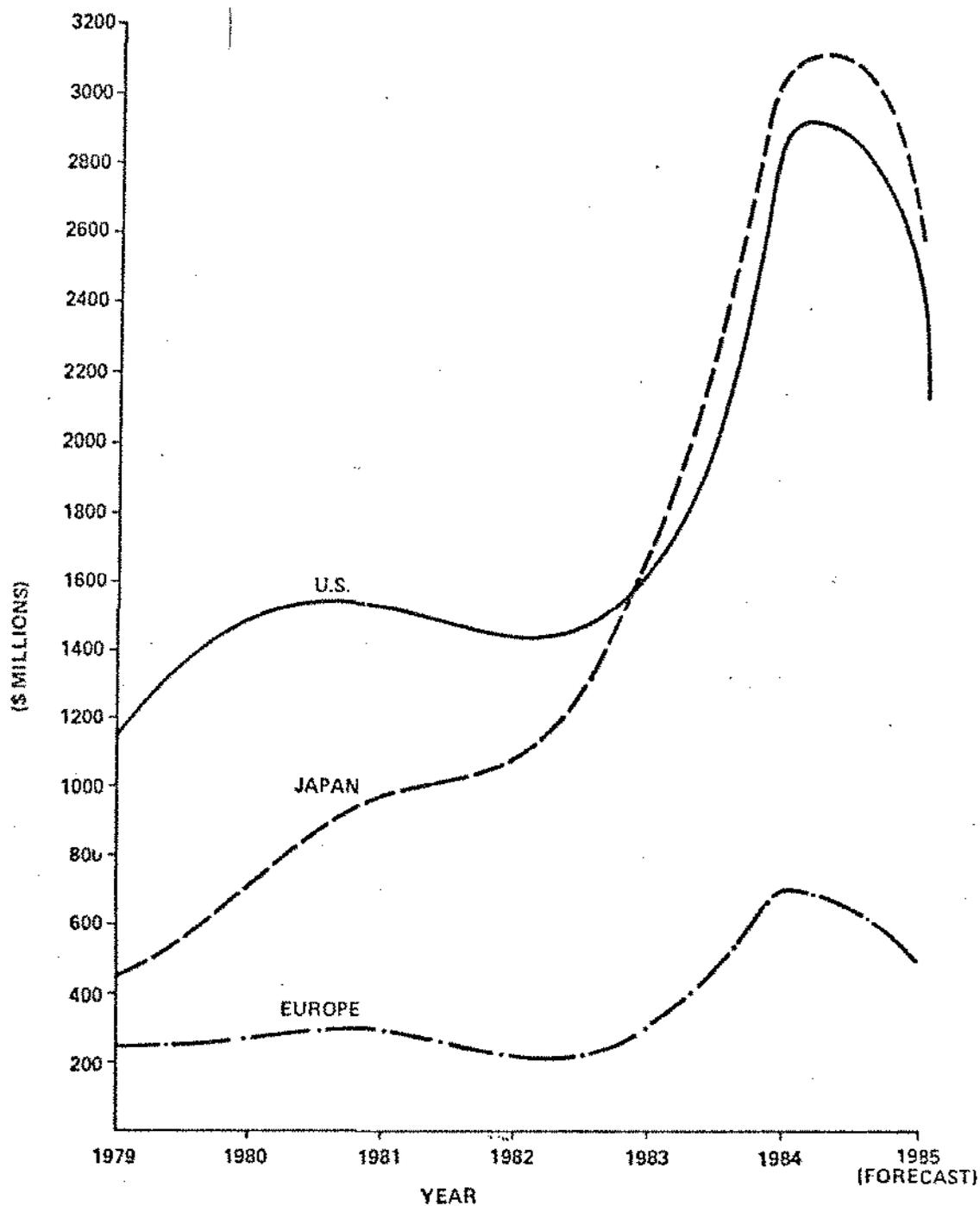
(%)

POSIÇÃO NO RANKING DE SCs (1984)	EMPRESA	TAXA DE CRESCIMENTO 1984 / 1983	
8	Fujitsu	79%	} 69% (tx.média)
2	NEC	69%	
4	Hitachi	67%	
5	Toshiba	66%	
10	Matsushita	62%	
9	Philips ⁽¹⁾	57%	} 48% (tx.média)
7	Intel	53%	
1	Texas Instr.	50%	
3	Motorola	40%	
6	National	39%	

(1) Inclui a Signetics.

FONTE : ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term
1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona ,
ICE, 1985, p.10.

FIGURA III.4
 EUA, JAPÃO E EUROPA OCIDENTAL - INVESTIMENTOS NA
 INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES
 1979 - 1985



FONTE : ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, p. 61.

PRINCIPAIS PRODUTORES⁽¹⁾ MUNDIAIS DE CIRCUITOS INTEGRADOS
1978, 1981 e 1984

RANK				VALOR DAS VENDAS - 1984 (US\$ milhões)		
1978 ⁽²⁾	1981 ⁽³⁾	1984		EUA	JAPÃO	EUROPA
1	1	1	Texas Instruments	2.315		
6	6	2	NEC		1.655	
8	6	3	Ritachi		1.600	
2	2	4	Motorola	1.580		
4	5	5	Intel	1.170		
3	3	6	National	1.100		
19	10	7	Fujitsu		1.085	
12	11	8	AMD	920		
9	8	9	Toshiba		910	
7	9	10	Signetics (Philips)	720		
14	16	11	Mitsubishi		665	
5	7	12	Fairchild (Schlumberger)	610		
16	19	13	Matsushita		600	
11	12	14	Mostek (United Techn.)	430		
13	14	15	HCA	305		
34	26	16	Oki		285	
15	18	17	Harris	280		
18	15	18	Stemens			260
24	21	19	SGS-Ates ⁽⁴⁾			255
10	13	20	Philips ⁽⁴⁾			240
23	23	21	Yokio Sanyo		235	
26	24	22	Analog Devices	218		
29	29	23	Monolithic Memories	200		
30	44	24	Thomson			190
27	22	25	Sharp		165	
..	20	26	Gold Aml	164		
..	..	27	Inmos			150
20	30	28	ITT			140
42	45	29	Ferranti ⁽⁵⁾			125
22	17	30	General Instrument	125		
37	38	31	Sprague Semiconductor	116		
25	27	32	GE Intersil	115		
..	..	33	Hieron Technology	107		
36	35	34	Sony		105	
32	32	35	Raytheon	96		
Cativo	31	36	MCR	85		
..	..	37	LSI Logic	85		
..	42	38	Zilog	82		
17	28	39	Rockwell	80		
..	..	40	VLSI Technology	70		
..	45	41	Western Digital	70		
40	39	42	Precision Monolithics	69		
..	..	43	Standard Microsystems	69		
..	..	44	IRW	68		
35	36	45	Plessey			65
..	..	46	Silicon Systems	63		
..	..	47	Exar	55		
33	40	48	Siliconix	54		
..	37	49	Telefunken			50
..	..	50	Burr-Brown	50		
28	25	51	Synertek (Honeywell)	50		
			Outros	729	495	70
			TOTAL	12.250	7.800	1.545

(1) Excluíve os produtores cativos.

(2) São as seguintes as empresas que apareceram entre as principais em 1978, e não em 1984, com suas respectivas posições do 'ranking' de 1978: AMI (21), Semi-GI (31), Solid State Scientific (38), Commodore (39), Teledyne (41) e Hughes (44).

(3) São as seguintes as empresas que apareceram entre as principais em 1981, e não em 1984, com suas respectivas posições no 'ranking' de 1981: Commodore (33), HEC-Electronic Arrays (36), Solid State Scientific (41) e Toshiba Semiconductor (43).

(4) Excluí a Signetics.

(5) Excluí a Interdesign.

FOHIF : 1978 - ICI Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 80 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1980, pp.51, 55 -56.

1981 - ICI-Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 81 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983, pp.53, 58, 64 -65.

1984 - ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985, pp. 33, 45 - 47, 51 e 60.

das empresas líderes. Como pode ser observado, embora a produção de circuitos integrados exiba um grau elevado de concentração, as posições das maiores empresas, no 'ranking', não são estáveis, refletindo as diferentes taxas de crescimento obtidas pelas mesmas, como resultado da intensa competição vigente neste mercado.

O confronto entre a situação em 1978 e em 1984, permite observar:

- a permanência da Texas Instruments como líder do mercado de circuitos integrados. Cabe acrescentar, entretanto, que vem sendo reduzido, ao longo do tempo, o diferencial entre o valor de suas vendas e o da empresa que se apresenta na segunda posição, colocando em risco sua situação de líder incontestado do mercado de circuitos integrados. Assim, enquanto em 1978, suas vendas eram quase 70% superiores às vendas da segunda colocada — na época, a National (EUA) —, em 1984, esse percentual é reduzido para 40%, em relação à NEC (Japão), que detém a segunda posição, nesse ano;
- em 1978, as cinco maiores empresas eram de origem norte-americana. Em 1984, das cinco maiores, apenas três são americanas, sendo as duas outras japonesas. Deixaram de compor o 'ranking' das cinco maiores, as norte-americanas National e Fairchild; passaram a compor este grupo as japonesas NEC e Hitachi;
- em 1978, das dez maiores empresas, seis eram norte-americanas, três eram japonesas e uma era europeia (a Philips). Em 1984, seis são norte-americanas, e quatro são japonesas, deixando de constar a Philips nesse

- grupo^(38). Cabe registrar, ainda, que no grupo das seis maiores de origem norte-americana, a Fairchild, que constava em 1978, cede lugar para a AMD;
- dentre as empresas norte-americanas que se mantiveram no grupo das dez maiores, à exceção da Texas, as quatro outras (Motorola, National, Intel e Signetics) tiveram suas posições relativas deterioradas, entre 1978 e 1984;
 - finalmente, verifica-se que todas as empresas japonesas listadas melhoraram suas posições relativas, entre 1978 e 1984, à exceção da Toshiba, que se manteve na mesma posição.

Desta forma, as informações apresentadas na Tabela III.19 ilustram bem a crescente penetração das empresas japonesas no mercado de circuitos integrados, revelando a significativa ascensão das mesmas, em prejuízo das empresas de origem norte-americana e européia.

III.4.4. Grau de Concentração da Produção de Circuitos Integrados

A Tabela III.20 apresenta os dados sobre o grau de concentração da produção de circuitos integrados, mundial e regional, para os anos de 1978, 1981 e 1984.

(38) A situação da Philips é, na verdade, um pouco melhor do que a apresentada acima. Agrupando-se os dados da Philips e os da Signetics (empresa norte-americana adquirida pela Philips, em 1975), apresentados separadamente pelo ICE, obtém-se, para a Philips, as seguintes posições no 'ranking' de CIs: 1978 - 3ª posição; 1981 - 5ª posição; e 1984 - 8ª posição. Verifica-se, portanto, sua permanência no 'ranking' das dez maiores, em 1984, detendo, porém, uma posição pior do que a ocupada em 1978.

CONCENTRAÇÃO DA PRODUÇÃO⁽¹⁾ DE CIRCUITOS INTEGRADOS:
PARTICIPAÇÃO MUNDIAL⁽²⁾ E REGIONAL DOS PRINCIPAIS
PRODUTORES, SEGUNDO A LOCALIZAÇÃO DA MATRIZ

1978, 1981 e 1984

				(%)
a) Maior Produtor				
ÁREA GEOGRÁFICA	1978	1981	1984	
Mundo	11,4	11,2	10,5	
EUA	18,8	17,7	18,9	
Japão	23,4	25,3	21,2	
Europa Ocidental	35,3	29,1	16,8	
b) 3 Maiores				
ÁREA GEOGRÁFICA	1978	1981	1984	
Mundo	23,9	26,6	25,4	
EUA	39,7	42,1	41,3	
Japão	55,2	54,8	55,6	
Europa Ocidental	69,5	67,1	48,9	
c) 7 Maiores				
ÁREA GEOGRÁFICA	1978	1981	1984	
Mundo	43,9	47,4	47,8	
EUA	68,1	67,6	68,7	
Japão	81,6	82,2	87,2	
Europa Ocidental	95,4	90,5	88,0	
d) 10 Maiores				
ÁREA GEOGRÁFICA	1978	1981	1984	
Mundo	53,9	57,7	59,4	
EUA	78,8	77,4	77,0	
Japão	88,7	90,7	93,7	
Europa Ocidental	....	....	95,5 ⁽³⁾	

(1) Exclui a produção dos produtores cativos.

(2) Exclui o Bloco Soviético, mas inclui a República Popular da China.

(3) Refere-se aos nove maiores.

FONTE : 1978 - ICE (1980), op. cit., pp.4, 51, 55-56.

1981 - ICE (1983), op. cit., pp.3, 53, 58, 64-65.

1984 - ICE (1985), op. cit., pp.12, 33, 45, 47, 51 e 60.

Pode-se observar que:

- a produção de CIs é mais concentrada na Europa e no Japão, e menos nos EUA, apesar de ser de origem norte-americana grande parte das empresas líderes deste mercado. Ocorre que, como foi visto no item III.2, a indústria norte-americana de semicondutores tem-se caracterizado por um grande número de produtores 'merchant' independentes, de pequeno e médio porte;
- ainda no caso dos produtores norte-americanos, verifica-se que houve um aumento da concentração em todos os grupos, entre 1978 e 1984, exceto no grupo das dez maiores;
- quanto aos fabricantes japoneses, houve um aumento da participação das três, sete e dez maiores empresas, principalmente destes últimos dois grupos, entre 1978 e 1984, e uma redução na participação da maior empresa japonesa (NEC);
- os produtores de origem européia, por sua vez, apresentaram uma redução significativa no grau de concentração da produção (em todos os grupos), que continuou, porém, num patamar elevado;
- finalmente, a nível mundial, houve um aumento da concentração entre 1978 e 1984, em todos os grupos analisados, exceto no que diz respeito à empresa líder (Texas), que apresentou uma redução de sua participação no mercado mundial, já mencionada anteriormente.

Em síntese, a produção de circuitos integrados caracteriza-se por um elevado grau de concentração, tanto a nível mundial, quanto nas principais áreas geográficas onde se localiza a matriz das empresas, havendo uma tendência à elevação do mesmo; as

dez maiores empresas-fabricantes de CIs ampliaram seu controle sobre o mercado mundial desses componentes de 53,9%, em 1978, para 59,4%, em 1984.

Quanto à evolução futura, parece provável que o acirramento da concorrência e o aumento das barreiras à entrada conduzirão a estrutura desta indústria, gradualmente, para uma situação de concentração progressiva em mãos de umas poucas empresas (à semelhança do que se verifica na indústria petroleira e na do aço), enquanto as empresas menores manter-se-ão em nichos de mercado. A significativa ampliação das barreiras à entrada decorre da expressiva elevação da intensidade de capital e das escalas mínimas de produção que se verifica na indústria de semicondutores, como reflexo, particularmente, da crescente automação de todas as etapas do processo de produção. Uma discussão mais detalhada das principais tendências na indústria de semicondutores, a nível mundial, será apresentada no Capítulo IV.

III.5. Estratégias de Internacionalização dos Investimentos

Neste item, procura-se discutir as estratégias das grandes empresas líderes do mercado mundial de semicondutores quanto à instalação de plantas 'off-shore', entendidas como aquelas que se localizam fora do país de origem das mesmas.

III.5.1. Padrão de Distribuição Geográfica da Produção Segundo as Etapas de Fabricação

Na indústria de componentes semicondutores, o processo de fabricação não é contínuo, mas por etapas, bem definidas e

segmentadas^(39), possibilitando, assim, a distribuição geográfica das mesmas, segundo os interesses da empresa, sem maiores prejuízos para o processo de produção como um todo. Desta forma, a empresa-fabricante desfruta de uma grande flexibilidade para decidir sobre a localização das diversas etapas da produção, levando em conta a estratégia empresarial adotada e a existência de recursos externos à empresa (níveis de salário, oferta de mão-de-obra treinada, infra-estrutura básica, incentivos fiscais, mercado local, etc.).

Esta flexibilidade apresenta-se, entretanto, de forma diferenciada, de acordo com as características de cada etapa da produção e os recursos exigidos para levá-la a efeito. Neste sentido, as etapas do processo de fabricação de semicondutores são classificadas em dois grandes grupos^(40):

- as operações da extremidade inicial do processo de produção ('front-end operations'), que reúne as operações de projeto do circuito e processamento de 'wafers' (cilindros ou pastilhas). Esta última corresponde à etapa de fabricação do semicondutor, propriamente dita, e é mais conhecida como 'difusão',^(41); e
- as operações da extremidade final do processo de produção ('back-end operations'), que reúne as operações de montagem e testes dos dispositivos.

(39) Ver Anexo I, onde é apresentado um esquema simplificado do processo de fabricação de componentes microeletrônicos.

(40) Ver, a respeito, por exemplo, RADA, op. cit., chapter 12; e MACK-NIGHT e ERBER (1983), op. cit., pp. 70-72.

(41) Ver Anexo I.

As primeiras são operações intensivas em conhecimentos, exigem elevados investimentos e encerram um alto conteúdo estratégico para o sucesso comercial da empresa, em especial no caso dos dispositivos avançados, de tecnologia não madura. Por estas razões, são operações concentradas geograficamente nos países desenvolvidos, em geral junto à matriz das empresas, particularmente a etapa de projeto dos dispositivos. As operações de processamento da pastilha (difusão) podem localizar-se, ainda, em plantas 'off-shore', em geral também em países desenvolvidos. Neste caso, a motivação principal, por parte da empresa-fabricante, tem sido a busca do atendimento de mercados locais (ou próximos) cujo tamanho justifique os elevados investimentos requeridos. Pode ocorrer, ainda, a implantação da etapa de difusão, como resultado de pressões de governos locais.

As operações de montagem e testes, por sua vez, têm-se distinguido pelo seu caráter de atividades intensivas em trabalho, representando as etapas de produção apropriadas para realização em fábricas 'off-shore', principalmente em zonas de livre produção em países do Terceiro Mundo^(42). Cabe destacar, entretanto, que esse caráter de atividade intensiva em mão-de-obra está mudando, rapidamente, como resultado da crescente automação de todas as etapas do processo de produção de semicondutores, inclusive das 'back-end operations', que vem sendo observada nesta indústria, como será visto, mais adiante.

Este padrão de distribuição geográfica das diversas etapas da produção de semicondutores, porém, é dominante apenas

(42) Para uma discussão mais detalhada, ver, por exemplo, CHANG, Y. S. The Transfer of Technology: Economics of Offshore Assembly - The Case of Semiconductor Industry. New York, UNITAR, 1971.

para os dispositivos de tecnologia madura. No caso dos dispositivos mais avançados, todas as etapas do processo de produção ficam, preferencialmente, concentradas e próximas da matriz da empresa, onde estão localizadas, em geral, as instalações de pesquisa e desenvolvimento.

Cabe ressaltar, ainda, que a lógica de distribuição geográfica das diferentes etapas do processo de produção de semicondutores, descrita acima, diz respeito às grandes empresas líderes que atuam no mercado aberto. No caso das empresas que produzem apenas para consumo próprio, o padrão locacional de suas plantas obedece a uma estratégia completamente distinta, apresentando como característica básica um maior grau de concentração da produção, segundo a localização.

III.5.2. Razões para Instalação de Plantas 'Off-Shore'

Existem duas motivações básicas para a instalação de plantas 'off-shore' pelas grandes empresas líderes do mercado de componentes semicondutores^(43):

- o tamanho do mercado local (ou próximo), em particular quando o acesso a esse mercado, via exportação, é dificultado pela existência de tarifas ou outras restrições à importação, impostas pelo governo local. Este é o caso, por exemplo, dos investimentos norte-americanos e japoneses na Europa, que impõe uma tarifa de 17% sobre as importações de semiconduto-

(43) Para uma discussão mais detalhada, ver, por exemplo, MACKNIGHT e ERBER (1983), op. cit., p. 77-81; e U.S. CONGRESS/Office of Technology Assessment (1983), op. cit., pp. 134-135.

res^(44). As subsidiárias deste tipo são frequentemente chamadas de 'point-of-sale plants';

- as vantagens em termos de custos da mão-de-obra, relativamente aos custos adicionais de transporte, que, nesta indústria, são normalmente baixos, uma vez que os componentes semicondutores são de pequenas dimensões e reduzido peso, bastando que haja, portanto, uma infra-estrutura de transporte adequada, no país hospedeiro.

Cumprе observar que as vantagens relacionadas com o custo da mão-de-obra são particularmente relevantes para produtos de tecnologia madura e com demanda já estabilizada. Neste caso, os 'yields' e os custos de produção são relativamente estáveis, de modo que reduções adicionais nos custos de produção são apenas possíveis através de reduções nos custos da mão-de-obra, particularmente da empregada nas etapas de montagem e testes dos dispositivos.

A comparação entre o salário médio/hora pago, em 1970, nos EUA e em alguns países selecionados (apresentada na Tabela III.21) permite entrever as expressivas reduções nos custos da mão-de-obra que podiam ser obtidas, até meados dos anos setenta, pela simples transferência das etapas de montagem e testes dos dispositivos, para algum desses países de baixos salários, transformando-o, assim, em simples plataforma de exportação. Como pode ser observado na mesma tabela, estas vantagens também se verificavam, com a mesma intensidade, na montagem de produtos eletrônicos de consumo.

(44) ICE (1985), op. cit., p. 25.

TABELA III.21

EUA E PAÍSES SELECIONADOS - SALÁRIO MÉDIO POR HORA PAGO NA
MONTAGEM/TESTES DE COMPONENTES SEMICONDUTORES E
PRODUTOS ELETRÔNICOS DE CONSUMO
1970

(US\$)

PRODUTOS/PAÍSES	SALÁRIO MÉDIO POR HORA ⁽¹⁾		(B) / (A)
	Em plantas 'off-shore' (A)	Nos EUA (B)	
a) Semicondutores:			
Singapura	0,29	3,22	11,1
Hong-Kong	0,28	2,84	10,3
Coréia	0,33	3,32	10,2
Jamaica	0,30	2,23	7,4
Antilhas	0,72	3,33	4,6
Irlanda	0,70	2,97	4,2
México	0,61	2,56	4,2
Japão	1,30	2,96	2,3
Canadá	2,11	3,33	1,6
b) Produtos Eletrônicos de Consumo:			
Taiwan	0,14	2,56	18,2
Hong-Kong	0,27	3,13	11,8
México	0,53	2,31	4,4
Japão	0,58	1,60	2,8
Canadá	3,50	3,85	1,1

(1) Refere-se ao salário médio por hora pago, por empresas norte-americanas, em suas fábricas localizadas nos EUA e em países selecionados.

FONTE: U.S. Tariff Commission, Economic Factors Affecting the Use of Items 807.00 and 806.30 of the Tariff Schedule of the U.S., Washington, 1970, p. A-90. Extraído de: CHANG, Y.S. The Transfer of Technology: Economics of Offshore Assembly - The Case of Semiconductor Industry. New York, UNITAR, 1971, p.27.

Não é por outra razão que quase todas as empresas líderes do mercado mundial de semicondutores se engajaram no movimento de instalação de plantas 'off-shore' para montagem/testes, intensivo até meados dos anos setenta.

A partir deste período, entretanto, a crescente proliferação de novos processos produtivos mais automatizados^(45) na produção de componentes semicondutores, ao conferir substanciais reduções nos custos unitários de produção e incrementos, também expressivos, na produtividade do trabalho e na qualidade do produto, vem reduzindo, de forma rápida e irreversível, as vantagens competitivas da utilização de mão-de-obra barata, com profundas implicações sobre os fluxos de investimentos estrangeiros das empresas líderes do mercado mundial de semicondutores, como será visto adiante.

O impacto da crescente automação dos processos produtivos sobre os custos de produção pode ser avaliado a partir das informações apresentadas na Tabela III.22, referentes à produção de componentes eletrônicos nos EUA e em Hong-Kong.

Fica evidente a clara vantagem, em termos dos custos unitários de produção, dos processos produtivos mais automatizados frente aos processos mais intensivos em trabalho, bem como a substancial redução das vantagens da localização 'off-shore' devidas aos diferenciais de salários, que são praticamente eliminadas.

(45) Para uma discussão detalhada sobre a proliferação da automação da produção de semicondutores, ver, por exemplo, ERNST, op. cit., capítulo 3.

TABELA III.22

EUA E HONG-KONG - CUSTOS UNITÁRIOS NA PRODUÇÃO DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS

1982

PROCESSO DE PRODUÇÃO	(US\$)	
	EUA	HONG-KONG
Manual	0,0753	0,0248
Semi-automático	0,0293	0,0183
Automático	0,0178	0,0163

FONTE : Global Electronics Information News-letter, nº 25, october 1982. Extraído de: RADA, Juan. "Information Technology and the Third World", in: FORESTER, Tom (ed.). The Information Technology Revolution. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1985, p.575.

III.5.3. Evolução dos Investimentos 'Off-Shore'

É possível detectar duas fases distintas no processo de internacionalização da produção de componentes eletrônicos semi-condutores:

- uma primeira onda de investimentos estrangeiros, na direção de países de baixos salários, tais como Singapura, Coréia do Sul, Taiwan e Malásia, em instalações de montagem/testes de dispositivos. Este primeiro movimento teve início em 1961, com a instalação pioneira, pela Fairchild, de uma planta de montagem em Hong-Kong; atingiu um pico no período 1968-1974; e está, em grande medida, terminado.
- um intenso fluxo-cruzado de investimentos entre EUA, Europa e Japão, a partir do final dos anos setenta, tendo como motivação básica a busca de novos mercados.

Quanto ao primeiro movimento, cabe registrar que este esteve inserido no bojo de um processo mais amplo de realocação da produção industrial, a nível mundial, levado a efeito por grandes empresas transnacionais, tendo como motivação principal a busca de vantagens competitivas através da redução nos custos de produção.

No caso da indústria eletrônica (particularmente, componentes eletrônicos e bens eletrônicos de consumo), este movimento tomou a forma de instalação de plantas para realização das últimas etapas do processo de fabricação (mais intensivas em mão-de-obra e de menor complexidade tecnológica) em países do Ter-

ceiro Mundo, principalmente em Zonas de Livre Produção^(46), em particular nas do Sudeste Asiático.

É à luz deste contexto, portanto, que se deve analisar o movimento de implantação de fábricas 'off-shore', por parte das empresas líderes do mercado mundial de semicondutores, no período mencionado.

As dimensões desse movimento podem ser avaliadas a partir da comparação entre as exportações de componentes eletrônicos para países da OECD, por parte de alguns países em desenvolvimento onde estão localizadas muitas das plantas 'off-shore', e o consumo mundial de semicondutores, o que resulta numa participação de 12-13%, em 1979^(47).

Quanto à origem dos investimentos 'off-shore', nesta primeira fase, verifica-se que os fabricantes norte-americanos se utilizam, de forma muito mais ampla do que os japoneses e europeus, de instalações 'off-shore', basicamente em áreas de livre

(46) Em contrapartida, inicia-se, a partir de 1965, um intenso movimento de implantação de Zonas de Livre Produção em países do Terceiro Mundo. Para uma revisão sobre este processo e suas principais características, ver, por exemplo, ANCIÃES, Adolpho W.F.; KOLENKINE, Georges; CASSIOLATO, José E.; PAULA, M. Carlota S.; ZAMBONI, Sílvio P. Avaliação da Zona Franca de Manaus - Subsídios para a Formulação de uma Política Tecnológica. Brasília, CNPq/CAT, 1979.

(47) Esta estimativa da extensão do uso de plantas 'off-shore' foi elaborada por RADA (op. cit., pp.193-194) e, segundo o mesmo, apresenta problemas que decorrem, principalmente, do fato de a categoria de componentes eletrônicos incluir muitos outros dispositivos, além de semicondutores. Uma determinação mais exata da importância das instalações 'off-shore' na indústria mundial de semicondutores é impossibilitada, entretanto, pela má qualidade das informações disponíveis.

produção^(48). Assim, das 120 plantas 'off-shore' de montagens de semicondutores existentes em 1981, em cerca de 18 países e territórios, 69% eram de origem norte-americana, 19% japonesa e 12% européia^(49).

A utilização extensiva de plantas 'off-shore', pelas empresas americanas, para execução das etapas finais do processo de produção de semicondutores foi (e é, ainda) grandemente estimulada pela regulamentação tarifária norte-americana (itens 806.30 e 807.00), que taxa apenas o valor adicionado aos produtos no exterior, excluindo das taxações o valor das partes originalmente produzidas nos EUA^(50).

Este padrão de investimentos 'off-shore' (instalações de montagem/testes, basicamente em áreas de livre produção), utilizado de forma mais ampla pelos fabricantes norte-americanos, está, em grande medida, esgotado, sendo que, em alguns casos, as instalações foram, inclusive, revertidas ao país de origem. O esgotamento desse padrão resulta da tendência à crescente automação de todos os estágios do processo de produção, visando a melhoria da qualidade do produto, tendência essa liderada pelo Japão.

Estas transformações no grau de automação dos processos produtivos utilizados na indústria de semicondutores implicaram no redirecionamento dos fluxos de investimentos estrangeiros das empresas líderes desta indústria, a partir do final da

(48) Para uma discussão acerca da diferença de enfoque das empresas norte-americanas e japonesas, ver MACKNIGHT e ERBER (1983), op. cit., pp. 72 - 75.

(49) RADA, op. cit., p. 180.

(50) RADA, op. cit., p. 182.

década passada, na direção dos mercados consumidores^(51). Em outras palavras, o padrão de investimentos 'off-shore', antes centrado, predominantemente, na lógica dos diferenciais de salários, é substituído por um novo padrão, assentado na lógica da proximidade dos grandes mercados consumidores.

Seria possível argumentar que, frente à perda de importância das instalações intensivas em trabalho e, portanto, das plataformas de exportação, as empresas líderes da indústria de semicondutores poderiam tender a redirecionar seus investimentos na direção de seu próprio país de origem. Ocorre que, paralelo às transformações no processo produtivo, tem-se verificado uma intensificação das barreiras protecionistas por parte dos governos dos países de maior mercado para componentes semicondutores, dificultando o acesso aos mesmos pela via da exportação. As instalações 'off-shore' surgem, assim, como uma forma de vencer estas barreiras, permitindo o acesso a mercados locais (ou próximos) que, de outra forma, seria dificultado.

Em suma, a atual onda de investimentos estrangeiros por parte das grandes empresas líderes do mercado mundial de semicondutores tem como motivação básica a busca de novos mercados.

Cabe observar que estas transformações no padrão e na lógica de localização industrial vêm ocorrendo, também, em outras áreas da indústria eletrônica, particularmente na produção de bens de consumo, que seguia, até a segunda metade dos anos setenta, um padrão de investimentos 'off-shore' semelhante ao descrito

(51) Para uma discussão mais detalhada acerca das mudanças no padrão de localização internacional na indústria de semicondutores, ver, por exemplo, ERNST, op. cit., Capítulo 6.

para a indústria de semicondutores. Os fatores de mudança são basicamente os mesmos apontados para esta última indústria: as transformações no processo produtivo, introduzidas ainda na segunda metade da década passada pelas empresas japonesas e decorrentes da difusão de equipamentos de automação na etapa de montagem de produtos, e o crescimento das barreiras protecionistas impostas ao comércio desses produtos (52).

Ademais, é relevante ressaltar que, paralelo ao enfraquecimento da importância das tradicionais plataformas de exportação no contexto da indústria eletrônica mundial, vem-se gestando um claro movimento, por parte dos governos de vários países do Terceiro Mundo no sentido de promover a implantação e/ou desenvolvimento, em bases nacionais, da indústria eletrônica local (53).

Quanto ao pioneirismo e à liderança japonesa no processo de automação da produção de semicondutores, devem-se ao papel de destaque relevado à qualidade do produto, pelas empresas japonesas, em sua política de comercialização, não apenas de componentes semicondutores como, também, de bens finais, principalmente produtos eletrônicos de consumo. Desta forma, os fabricantes japoneses têm buscado, sistematicamente, aumentar o grau de automação de todos os estágios do processo de produção, inclusive os de montagem e testes (54).

(52) Para uma discussão mais detalhada, ver BAPTISTA, Margarida A. C. A Indústria Brasileira de Bens Eletrônicos de Consumo - Diagnóstico Setorial. Relatório Setorial Final do Convênio UNICAMP-IE/Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. Campinas, IE/UNICAMP, março 1985, pp.136-142.

(53) Ver, por exemplo, U.S. CONGRESS/Office of Technology Assessment, op. cit., pp.143 e 383-389 e CHUNG, op. cit.

(54) Ver, por exemplo, MACKNIGHT e ERBER, op. cit., pp.72-75.

Quanto à reorientação dos fluxos de investimentos 'off-shore' na direção dos principais mercados consumidores de componentes semicondutores, são ainda escassas as informações sistematizadas. A título de ilustração da magnitude e velocidade com que se tem verificado esse processo, apresenta-se, na Tabela III.23, as subsidiárias de empresas japonesas instaladas nos EUA e Europa, para a produção de circuitos integrados, em ordem cronológica de implantação.

TABELA III.23

**CIRCUITOS INTEGRADOS - INSTALAÇÃO DE FÁBRICAS JAPONESAS
NOS EUA E NA EUROPA
1974 - 1985**

ANO DE INSTALAÇÃO	EMPRESA	PAÍS
1974	NEC Electronics, Inc.	Irlanda
1978	NEC Electronics, Inc.	EUA
1978	Hitachi Semiconductor (America), Inc.	EUA
1980	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1980	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1980	Toshiba Semiconductor (U.S.A.), Inc.	EUA
1981	Fujitsu, Ltd.	Irlanda
1982	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1982	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1982	Hitachi Semiconductor (Europe), GmbH	Alemanha Ocidental
1983	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1983	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1983	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1983	NEC Electronics, Inc.	Grã-Bretanha
1983	Toshiba Semiconductor (Europe), GmbH	Alemanha Ocidental
1984	NEC Electronics, Inc.	EUA
1985	Fujitsu Microelectronics, Inc.	EUA
1985	Mitsubishi Electronic Corp.	EUA
1985	Oki Semiconductor, Inc.	EUA
n.d.	NEC Electronics, Inc.	EUA
n.d.	NEC Electronics, Inc.	Alemanha Ocidental

FONTE: ICE-Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term
1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona,
ICE, 1985, p. 59.

CAPÍTULO IV: TENDÊNCIAS NA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A NÍVEL
MUNDIAL

CAPÍTULO IV

TENDÊNCIAS NA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A NÍVEL MUNDIAL

O presente capítulo busca tratar das principais tendências passíveis de serem observadas na indústria de semicondutores, a nível mundial, valendo-se dos elementos essenciais que definem a estrutura e o padrão de concorrência desta indústria, apresentados no capítulo anterior. Procura, também, fornecer uma visão retrospectiva da evolução da indústria de semicondutores, com o intuito de prover um referencial para as principais tendências apontadas.

IV.1. Principais Características da Indústria Mundial de Semicondutores no Início dos Anos Setenta

Em linhas gerais, pode-se dizer que a indústria mundial de componentes semicondutores, no início da década de setenta, apresentava as seguintes características principais:

- predomínio de produtores comerciais ou 'merchant' (principalmente empresas norte-americanas), ou seja, predominava a produção para o mercado aberto levada a efeito por empresas com atuação restrita à indústria de semicondutores;
- predomínio da produção de produtos padronizados, ou seja, produzidos em massa, pelo grupo de empresas líderes da indústria, também chamado 'big league';
- as empresas maiores apresentavam uma linha de produtos (na área de semicondutores) relativamente diversificada;

- liderança incontestada dos produtores de origem norte-americana, em quase todos os segmentos do mercado de semicondutores, com apenas algumas poucas empresas europeias e, em menor medida, japonesas, em condições de concorrer no grande mercado de produtos padronizados;
- as empresas líderes do mercado mundial eram, em sua grande maioria, empresas norte-americanas independentes (não-associadas a grandes grupos econômicos), especializadas na produção de semicondutores. Apenas as poucas empresas europeias e japonesas em condições de competir no mercado mundial de semicondutores eram, em geral, empresas ligadas a grandes grupos econômicos com interesses em outras áreas do complexo eletrônico, ou seja, em bens e equipamentos eletrônicos finais.

Ao longo da década de setenta, algumas tendências técnicas e econômicas, descritas a seguir, provocaram alterações significativas neste quadro.

IV.2. Principais Tendências na Indústria de Semicondutores nos Anos Setenta

Ao longo da década de setenta, algumas tendências de cunho técnico e econômico resultaram em transformações significativas na indústria de semicondutores, a nível mundial.

IV.2.1. Aumento da Intensidade de Capital e dos Gastos em Pesquisa e Desenvolvimento

Uma das principais tendências que se tem registrado na

indústria de semicondutores é um significativo aumento das exigências mínimas de capital e dos gastos em pesquisa e desenvolvimento, essencialmente devido às características de intenso dinamismo tecnológico e de rápida expansão da capacidade produtiva que têm marcado esta indústria, particularmente a partir de 1971, com o advento dos dispositivos microprocessador e de memória.

Para alguns segmentos de mercado, calcula-se que, para aumentar o faturamento em um dólar, no início dos anos oitenta, o investimento deveria ser de um dólar, quando, no início dos anos setenta era de 0,20 ou 0,30 de dólar^(1). Ainda para ilustrar esta idéia, pode-se citar o fato de que, no início dos oitenta, uma linha de fabricação de circuitos integrados em escala muito ampla (VLSI) custava em torno de 100 milhões de dólares, enquanto, no início dos anos setenta, uma linha de fabricação de circuitos integrados custava cerca de 2 milhões de dólares.

São várias as razões para o aumento da intensidade de capital e dos gastos em P & D, na indústria de semicondutores. Entre elas:

- o acirramento da concorrência, que se reflete na redução do 'gap' entre líderes e seguidores no lançamento de novos semicondutores. O 'gap' entre os EUA e o Japão reduziu-se, de 3 a 4 anos, no início dos anos setenta, para 6 meses a um ano, no final da mesma década^(2);

(1) RADA, Juan F. Structure and Behaviour of the Semiconductor Industry, may 1982 (mimeo), p. 98.

(2) RADA, op. cit., p. 133.

- a obsolescência técnica mais rápida dos equipamentos de fabricação de semicondutores, resultante, também, do aumento da concorrência;
- em P & D, "os ciclos de produto cada vez mais curtos e os 'time-lags' cada vez menores entre líderes obrigam os fabricantes a perseguir não apenas a pesquisa paralela em várias gerações de produto como, ainda, a melhorar os dispositivos existentes, de forma a evitar a obsolescência precoce"^(3). Consequentemente um maior número de equipamentos é necessário para fazer frente aos diversos programas em andamento;
- a crescente complexidade dos dispositivos adiciona um custo substancial a cada geração, que afeta todos os estágios de produção^(4);
- finalmente, a estratégia de automação crescente de todas as etapas do processo de produção de semicondutores^(5), objetivando maior qualidade e redução dos custos unitários de produção. Esse processo de crescente automação, iniciado na segunda metade dos anos setenta e atualmente em marcha acelerada na indústria de semicondutores, é um dos principais elementos explicativos do aumento da intensidade de capital em todos os estágios do processo de produção nesta indústria e, em particular, das etapas de montagem e testes dos dispositivos.

(3) RADA, op. cit., p. 132.

(4) RADA. op. cit., p. 132.

(5) Ver, por exemplo, ERNST, Dieter. Restructuring World Industry in a Period of Crisis - The Role of Innovation. An Analysis of Recent Developments in the Semiconductor Industry. UNIDO, december 1981, capítulo 3.

IV.2.2. Desenvolvimento Crescente da Produção Cativa

A década de setenta apresentou um rápido desenvolvimento da produção cativa de componentes semicondutores, por parte de empresas atuantes em outras áreas do complexo eletrônico, particularmente em computadores e equipamentos de telecomunicações. Desta forma verificou-se, nesse período, um contínuo aumento da produção cativa destes componentes como percentagem da produção total de semicondutores^(6).

A principal razão para o estabelecimento de instalações cativas é, como foi visto^(7), a tendência à migração crescente do projeto do sistema para dentro do circuito integrado, de forma que deter a capacitação em projeto e produção destes passa a ser, crescentemente, uma condição vital para a competitividade dos produtores de bens e equipamentos eletrônicos finais, em seus próprios mercados.

Adicionalmente, o crescente nível de integração dos componentes traz, como consequência, um crescimento no montante do valor adicionado aos componentes, mais do que na montagem do equipamento, atuando como um fator promulso da produção de componentes por parte dos produtores de equipamentos.

IV.2.3. Aumento da Integração Vertical

Uma das tendências mais significativas na indústria de semicondutores, com profundas repercussões sobre a estrutura e o padrão de concorrência da mesma, é a que aponta no sentido de um

(6) Ver item III.1.1., do Capítulo III.

(7) Ver item III.1.2., do Capítulo III.

aumento crescente do grau de integração vertical das empresas atuantes nesta indústria, tanto por razões técnicas quanto por razões econômicas.

As razões de ordem técnica, tais como a capacidade de sustentar a liderança tecnológica e de usufruir de economias de escala e de especialização em atividades de P & D, decorrem, em última análise, da tendência à convergência tecnológica que se verifica entre os diversos segmentos do complexo eletrônico, tendo como base a tecnologia microeletrônica^(8).

Sobre este aspecto, cabe distinguir as distintas motivações dos dois tipos de integração vertical que envolvem a indústria de semicondutores^(9).

Do ponto de vista dos produtores de sistemas e produtos finais, como foi visto, a integração-para-trás surge como uma forma de assegurar capacidade interna de projeto e produção de semicondutores, particularmente dispositivos específicos, essencial às suas posições em seus mercados principais. Esta tem sido a estratégia dos principais conglomerados do Japão e da Europa Ocidental, bem como dos principais produtores norte-americanos de computadores e de equipamentos de telecomunicações^(10).

Do ponto de vista dos produtores de semicondutores, a integração-para-frente surge como uma alternativa natural e de custo relativamente baixo, pelo menos para certos segmentos do mercado de produtos finais, na medida em que a produção de dispositi-

(8) Para uma discussão mais detalhada, ver ERBER, Fábio S. O Complexo Eletrônico - Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, 1983.

(9) Ver, a respeito, por exemplo, ERNST, op. cit., pp. 173-175.

(10) ERNST, op. cit., p. 173.

vos VLSI requer capacidade de realizar não apenas o projeto do circuito como, também, do sistema final que o conterá, o que facilita, aos produtores de componentes, o movimento na direção de sistemas de produtos finais, embora sua base de conhecimento possa ser inicialmente limitada^(11).

Este tipo de integração vertical, para frente a partir dos produtores de semicondutores, inaugurado pelo movimento pioneiro da Texas Instruments, em 1972, na direção da produção de calculadoras, relógios e, mais recentemente, microcomputadores, envolveu, de uma forma ou de outra, praticamente todas as principais empresas norte-americanas de semicondutores voltadas para o mercado aberto, ao longo da década de setenta^(12).

No que se refere às razões econômicas, a tendência no sentido de uma crescente integração vertical deve-se, em grande medida, ao referido aumento da intensidade de capital na indústria de semicondutores, que, ao tornar a disponibilidade de capital e seu custo relativo elementos cruciais para a manutenção ou criação de vantagens competitivas nessa indústria, faz com que a integração vertical, o tamanho e a capacidade financeira das empresas se tornem fundamentais^(13).

A vantagem de uma maior integração vertical é que a empresa pode não somente tolerar taxas mais baixas de retorno em componentes, como pode, também, investir maciçamente de modo a manter ou ampliar sua participação no mercado^(14), tirando proveito do fato de poder utilizar fundos internos gerados em outras

(11) RADA, op. cit., p. 90.

(12) ERNST, op. cit., p. 173.

(13) RADA, op. cit., p. 99.

(14) RADA, op. cit., p. 96.

divisões do grupo ou da capacidade de obter melhores condições de financiamento externo ao grupo.

Em contraste, os produtores de semicondutores não-integrados verticalmente operam sob diferentes tipos de restrições, na medida em que sua principal fonte de rendimento e de avaliação nos mercados financeiros concentra-se na produção de componentes^(15).

Em adição, as empresas verticalmente integradas estão melhor equipadas para adquirir tecnologia através da compra de participação acionária nas empresas inovativas. Alguns exemplos desse tipo de aquisição, ao longo da década de setenta, são as efetuadas pela Nippon Electronic Co.-NEC, Philips e Siemens, entre outras.

IV.2.4. Aumento do Grau de Concentração Industrial

Como decorrência das tendências mencionadas anteriormente, verifica-se, ao longo dos anos setenta, um aumento no grau de concentração da indústria de semicondutores, resultando no seguinte quadro no início dos anos oitenta: os dez maiores produtores japoneses de circuitos integrados respondiam por cerca de 90% da produção total destes dispositivos por parte das empresas japonesas; os dez maiores fabricantes 'merchant' norte-americanos, por sua vez, eram responsáveis por quase 80% da produção doméstica para o mercado aberto; e, no caso da Europa Ocidental, a produção de circuitos integrados das sete maiores fabricantes correspondia a mais de 90% do total da produção desses dispositivos por parte das empresas de origens européia. A nível mundial, os dez maiores produtores respondiam por mais de 50% da produção de circuitos integra-

(15) RADA, op. cit., p. 96.

dos, no início dos anos oitenta^(16).

IV.2.5. Aumento da Especialização em Segmentos do Mercado de Semicondutores

Junto com a tendência na direção de uma maior integração vertical das empresas atuantes na indústria de semicondutores, apontada anteriormente, verifica-se, também, ao longo dos anos setenta, uma tendência na direção da especialização em segmentos mais restritos de mercado, devido ao aumento da complexidade dos dispositivos e dos sistemas eletrônicos^(17). Esta especialização se dá, como foi visto, não apenas em termos do tipo de produto oferecido, mas, também, da tecnologia de processo utilizada na fabricação dos mesmos^(18).

A crescente complexidade dos dispositivos, ao elevar substancialmente os custos de desenvolvimento das novas gerações de componentes, foi tornando cada vez mais difícil a adoção de uma estratégia de diversificação da linha de produtos na área de semicondutores, empurrando as empresas, ao longo da década de setenta, para uma atuação mais seletiva em segmentos mais restritos do mercado de dispositivos microeletrônicos.

IV.3. Principais Características da Indústria de Semicondutores no Final dos Anos Setenta

Como reflexo das tendências apontadas no item anterior,

(16) Estas informações sobre o grau de concentração da produção de circuitos integrados, a nível mundial e regional, estão apresentadas no item III.4.4., do Capítulo III.

(17) RADA, op. cit., pp. 90-91.

(18) Ver item III.3., do Capítulo III.

a indústria de semicondutores sofreu um intenso processo de reestruturação a nível mundial, cuja força motora principal parece ter sido a aceleração da integração vertical, particularmente a partir de meados dos anos setenta.

É relevante ressaltar, inicialmente, que o grau de integração vertical tem-se apresentado como um forte fator de distinção, especialmente até meados dos setenta, entre os produtores japoneses e europeus, de um lado, e os norte-americanos, de outro, explicando, em grande medida, suas diferentes estratégias empresariais (19).

A indústria japonesa de semicondutores é altamente concentrada e dominada por empresas verticalmente integradas (NEC, Hitachi, Toshiba, Fujitsu, Matsushita, Mitsubishi, Sharp, etc.) que produzem produtos finais para os mercados de equipamentos profissionais e de bens de consumo; são elas as maiores empresas da área de eletrônica, no Japão.

A respeito da maior integração vertical dos produtores japoneses, cabe ressaltar que o MITI-Ministry of International Trade and Industry exerceu um papel de extrema importância nesse processo, não tanto pelo aspecto tecnológico, mas principalmente porque, no início da década de setenta, forçou mudanças na estrutura da indústria eletrônica japonesa, incentivando fusões entre empresas e a especialização das mesmas, a longo prazo. Em outras palavras, o MITI mudou a estrutura industrial do setor eletrônico japonês. Isto serviu de base para a realização posterior de um conjunto de outros programas coordenados pelo MITI, de apoio à indústria

(19) Este ponto é discutido, em detalhes, por RADA, op. cit., capítulo 7, particularmente nas páginas 92 a 97.

eletrônica japonesa (20) .

Na Europa Ocidental, a situação é similar à do Japão, visto que os maiores produtores de semicondutores são, também, os maiores produtores na área de eletrônica, em geral, tais como a Philips (Holanda), a Siemens (Alemanha), a Thomson-CSF (França) e SGS-Ates (Itália). O que a difere do Japão é a dificuldade em promover uma política integrada de desenvolvimento para a área de microeletrônica e, em geral, para o complexo eletrônico como um todo, bem como a forte presença de produtores norte-americanos e japoneses no próprio mercado europeu.

Quanto às empresas norte-americanas, ao contrário do que acontece com as européias e japonesas, os componentes semicondutores têm apresentado uma percentagem muito alta em suas vendas totais. Este fato não quer dizer que as empresas européias e japonesas não sejam igualmente dependentes dos avanços na tecnologia de semicondutores, mas sim, que existem diferenças na composição de suas respectivas linhas de produtos e nas suas estratégias empresariais.

Assim, na Europa Ocidental e no Japão, os atores dominantes na indústria de semicondutores têm sido sempre grandes empresas altamente integradas verticalmente, enquanto nos EUA, ao contrário, as empresas líderes têm sido, particularmente até meados dos anos setenta, empresas independentes voltadas para o mercado aberto.

Pelos argumentos desenvolvidos anteriormente, esta situação, vigente de forma contrastante na década passada, colocava

(20) RADA, J. Relações Internacionais em Microeletrônica. Palestra proferida no Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC. Campinas, julho 1983.

o Japão e a Europa em posição comparativamente mais forte para concorrer com os EUA, frente às tendências em curso na indústria de semicondutores.

Parece legítimo inferir, inclusive, que a maior integração vertical dos produtores japoneses, acoplada a uma estratégia empresarial agressiva e a uma sólida política industrial e tecnológica, coordenada pelo MITI, está na base da conquista de uma posição crescentemente forte que os produtores japoneses têm alcançado no mercado de semicondutores (exaustivamente apontada no capítulo anterior), embora não tenham alcançado os EUA em capacidade de ingvação, exceto em alguns campos, como o de dispositivos de memória.

É neste quadro de referência, portanto, que devem ser analisadas as mudanças na estrutura da indústria que se verificam, entre meados dos anos setenta e início dos oitenta, em que uma onda de associações e aquisições vinculou um grande número de produtores independentes de semicondutores, em geral norte-americanos, às maiores empresas de equipamentos finais. Das nove maiores empresas independentes norte-americanas de semicondutores, em 1975, apenas quatro permaneciam nesta condição, por volta de 1980, passando, as outras cinco, a pertencer a conglomerados verticalmente integrados^(21).

Assim, alguns dos maiores produtores independentes de semicondutores foram adquiridos por empresas da indústria eletrônica ou afim (tais como a United Technologies, a Honeywell e a Northern Telecom), ou mesmo, em alguns casos, por grandes empresas não ligadas à área elétrica/eletrônica (tais como a Exxon e a Schlumberger). Essas aquisições vêm ocorrendo desde o início dos

(21) ERNST, op. cit., p. 176.

anos setenta, mas foram significativamente intensificadas durante 1977 e nos anos seguintes. A Tabela IV.1 apresenta as aquisições e fetuadas no período 1969-1981.

Como pode ser constatado, uma proporção maior das aquisições foi feita por empresas européias, no esforço de obter um rápido acesso à tecnologia avançada na área de microeletrônica, visando garantir para si uma parcela maior do mercado. O relativo atraso tecnológico da Europa frente aos EUA, levou as empresas europeias a uma estratégia de buscar capacitar-se tecnologicamente através da aquisição de pequenas e médias empresas (em alguns casos, também de maior porte) independentes, altamente especializadas e com grande poder inovativo.

Por outro lado, a principal razão a explicar o interesse das empresas independentes em serem adquiridas (integral ou parcialmente) foi o acentuado crescimento de suas necessidades mínimas de capital para poderem continuar competitivas, fato esse relacionado, conforme já apontado, à crescente intensidade de capital, à enorme elevação dos custos de desenvolvimento das novas gerações de dispositivos, aos ciclos tecnológicos acelerados e a outras pressões de custos.

O aspecto relevante a ser ressaltado é que a indústria norte-americana de semicondutores apresentou significativas mudanças, nos anos setenta, especialmente a partir de 1977, deixando de ser uma indústria composta quase que exclusivamente de produtores independentes, e passando a se constituir em uma indústria que, se bem que ainda apresente, entre as empresas líderes, algumas empresas independentes, exibe um grande número de empresas vinculadas a grandes conglomerados.

Cabe mencionar, ainda, que paralelo ao intenso processo

TABELA IV.1

PRODUTORES NORTE-AMERICANOS DE SEMICONDUTORES - PRINCIPAIS
AQUISIÇÕES POR ANO DE COMPRA
1969 - 1981

EMPRESA	ANO	COMPRADOR
Monolithic Memories	1969	Northern Telecom (12%)
Amperex	1972	Philips
Exar	1972	Toyo Electronics (53%)
Zilog	1974	Exxon (80% em 1979)
Dickson	1974	Siemens
Signetics	1975	Philips
MOS Technology	1976	Commodore Int.
Supertex	1976	(Hongkong interest minority share-Exxon)
Semtech	1976	Signal Co. (12%); Teledyne (11%)
Frontier	1977	Commodore Intern.
Micropower Systems	1977	Seiko
Adv. Micro Devices	1977	Siemens (20%)
American Micro Systems	1977	R. Bosch GmbH (25%) (ver 1981)
Analog Devices	1977	Standard Oil of Indiana
Litronix	1977	Siemens
Interdesign	1977	Ferranti
Synertek	1978	Honeywell Inc.
Spectronics	1978	Honeywell Inc.
Electronic Arrays	1978	Nippon Electric Co.
Precision Monolithics	1978	Bourns Inc, (96%)
Western Digital	1978	Emerson Electric
Fairchild	1979	Schlumberger
Unitrode	1979	Schlumberger (15%)
Mostek	1979	United Technologies (93%)
Siliconix	1979	Lucas Industries (22%)
Databit	1979	Siemens
Microwave Semicond.	1979	Siemens
Intersil	1980	General Electric
Solid State Scientific	1980	VDO Adolf Schindling (25%)
Semiprocesses	1980	CIT-ALCATEL (25%)
Threshold Technology	1980	Siemens
Maruman IC	1980	Toshiba
American Micro-Systems	1981	Gould

FONTE: RADA, Juan F. Structure and Behaviour of the Semiconductor Industry, may 1982 (mimeo), pp.106-107.

de associações e aquisições apontado, verifica-se também um movimento de integração-para-frente, por parte de algumas das empresas líderes que permaneceram independentes (por exemplo, a Texas), como forma de fazer frente às tendências em curso na indústria de semicondutores.

Em resumo, pode-se afirmar que a indústria de semicondutores sofreu, ao longo dos anos setenta, um intenso processo de reestruturação, consubstanciado, de um lado, por um processo de associações e aquisições de empresas norte-americanas, e, de outro, por um movimento de integração-para-frente de empresas norte-americanas independentes, resultando em uma elevação do grau de integração vertical da indústria de semicondutores.

As principais características da indústria de semicondutores, no final da década de setenta, poderiam ser resumidas como segue:

- predomínio de produtores 'captive-merchant', ou seja, daqueles que produzem não apenas para o mercado aberto, mas também para consumo próprio, contrastando com a situação vigente no início da década, quando prevaleciam os produtores 'merchant';
- produção expressiva de semicondutores por parte de produtores cativos, ou seja, aqueles que produzem exclusivamente para seu próprio consumo;
- predomínio da produção de produtos padronizados, produzidos pelas empresas da 'big league';
- uma menor diversificação da linha de produtos (na área de semicondutores), relativamente ao início da década;
- participação expressiva dos produtores japoneses em alguns segmentos do mercado, em detrimento da posição

- das empresas norte-americanas;
- um maior grau de concentração da produção, comparado com o observado no início dos setenta;
 - um maior grau de integração vertical, por parte das empresas líderes do mercado mundial, comparativamente ao início da década de setenta.

IV.4. Principais Tendências na Indústria de Semicondutores nos Anos Oitenta

Nos anos oitenta, a indústria de semicondutores vem apresentando, de um lado, a permanência das tendências observadas na década de setenta^(22) e, de outro, o delineamento de outras mais recentes.

Em primeiro lugar, verifica-se a continuidade e mesmo intensificação da tendência ao aumento das necessidades mínimas de capital para operar nesta indústria, bem como ao aumento dos gastos em pesquisa e desenvolvimento, pelas razões apontadas anteriormente^(23) e, principalmente, pela proliferação, de forma muito acentuada e rápida, da automação em todas as etapas do processo de produção de dispositivos semicondutores.

O expressivo e contínuo aumento da intensidade de capital e dos gastos em P & D que, ao longo da década de setenta,

(22) Das tendências apontadas para a década de setenta, apenas a que se refere ao aumento da produção cativa (entendida como aquela levada a efeito por produtores que produzem semicondutores apenas para consumo próprio) apresenta sinais de mudança, como será visto adiante.

(23) Ver item IV.2.1, deste capítulo.

contribuíram de forma decisiva para o quase total desaparecimento das empresas independentes (não ligadas a grandes grupos econômicos) que atuavam no mercado mundial de produtos padronizados, nos anos oitenta tem criado dificuldades até mesmo para as empresas ligadas a grandes conglomerados.

As implicações deste aumento nos requerimentos mínimos de capital e nos gastos em P & D vão desde a intensificação do processo de concentração da produção nesta indústria e do movimento na direção da especialização em segmentos do mercado de semicondutores (implicações estas que já se colocavam nos anos setenta) até o surgimento de um intenso movimento de cooperação entre as grandes empresas do setor, via formação de "joint-ventures", estabelecimento de acordos de transferência de tecnologia e para desenvolvimento de projetos conjuntos, etc.

Esse movimento no sentido da formação de 'pools' de P & D e fabricação entre as grandes empresas do setor é reforçado pela crescente convergência tecnológica entre os diversos segmentos que compõem o complexo eletrônico, que traz como corolário a necessidade de um domínio, direta ou indiretamente, sobre um conjunto cada vez mais amplo de conhecimentos e técnicas, de modo que uma das motivações básicas para o estabelecimento de acordos entre estas empresas, que aliás extrapola a área de componentes semicondutores, é o acesso a tecnologias de que não se dispõe, especialmente através de licenciamentos cruzados ('cross-licencing').

Uma outra motivação importante para estes acordos é a entrada em mercados que de outra forma não seriam acessíveis. No período recente, vários acordos têm sido estabelecidos com este intuito em decorrência do crescimento das barreiras protecionis-

tas impostas ao comércio de dispositivos semicondutores.

Uma outra consequência do aumento da intensidade de capital e dos gastos em P & D, na indústria de semicondutores, tem sido a entrada no mercado aberto de produtores cativos, que passam assim à condição de semi-cativos, motivados pela necessidade de obter economias de escala e escopo adequadas para fazer frente aos pesados investimentos requeridos nesta indústria.

Uma outra tendência importante que se verifica na indústria de semicondutores, nos anos oitenta, diz respeito à crescente importância dos novos tipos de produtos não-padronizados ('semi-custom', 'standard cell' e 'programmable logic') no total do mercado de semicondutores, em detrimento dos produtos padronizados, cabendo destacar que aqueles se caracterizam por reduzidas escalas mínimas de produção.

Esta mudança no 'mix' de produtos da indústria de componentes semicondutores afetará a estrutura desta indústria, de uma forma que ainda não está clara pois participam do mercado destes novos produtos tanto empresas de pequeno e médio porte quanto grandes empresas líderes da indústria, e determinará o tamanho e a natureza dos 'nichos' de mercado para os 'late comers'.

CAPÍTULO V: A INDÚSTRIA BRASILEIRA DE COMPONENTES SEMICONDUTORES
NO CONTEXTO INTERNACIONAL

CAPÍTULO V

A INDÚSTRIA BRASILEIRA DE COMPONENTES SEMICONDUTORES NO CONTEXTO INTERNACIONAL

V.1. Constituição da Indústria de Semicondutores no Brasil e Dinâmica da Concorrência a Nível Internacional - Evolução até 1981-1982

A indústria brasileira de componentes semicondutores deu seus primeiros passos em meados da década de sessenta e tem-se caracterizado, desde então, por uma predominância quase absoluta de empresas de capital estrangeiro, que aqui se instalaram em número expressivo.

O que se pretende demonstrar, neste item, é que o movimento de instalação de subsidiárias de empresas estrangeiras nesta área, no país, respondeu a motivações que decorrem de dois conjuntos de fatores:

- de um lado, dos fatores relacionados ao próprio desenvolvimento industrial brasileiro (tamanho do mercado interno de semicondutores, características da indústria de equipamentos eletrônicos finais e, em última instância, o próprio padrão de industrialização brasileiro, caracterizado pela liberalidade em relação ao investimento estrangeiro); e
- de outro lado, dos fatores concernentes ao desenvolvimento desta indústria a nível internacional (estrutura e dinâmica de concorrência e, em particular, estratégias de investimentos 'off-shore', por parte das grandes empresas líderes do mercado mundial de semicondutores).

Neste sentido, procurar-se-á periodizar o movimento de implantação de subsidiárias no país, de acordo com os seguintes critérios:

- segundo as razões, por parte das empresas estrangeiras, para a instalação de filiais no país, de forma a identificar se a decisão de entrada obedeceu a estímulos externos ou internos à dinâmica do mercado brasileiro, bem como as semelhanças/dessemelhanças com relação ao padrão de investimento 'off-shore', a nível internacional; e
- segundo a origem do capital da empresa, de modo a contrapor o movimento de instalação de subsidiárias com a dinâmica concorrencial observada no âmbito internacional.

V.1.1. Cronologia da Implantação da Indústria de Semicondutores no Brasil

A Tabela V.1, a seguir, apresenta todas as empresas que operavam ou já tinham operado no Brasil até 1981-82, com informações sobre o início da produção de semicondutores, o controle decisório, a origem da tecnologia e o término das operações de fabricação, quando for o caso. A Tabela V.2, por sua vez, apresenta a informação sobre qual era o mercado principal dessas empresas, quando de sua instalação, com o intuito de auxiliar o entendimento das razões para a entrada de subsidiárias de empresas estrangeiras, no país, na área de semicondutores.

Como pode ser observado, a indústria de componentes semicondutores não é recente, no Brasil. Os primeiros empreendimentos datam de meados dos anos sessenta e visavam participar no atendimento da demanda oriunda da fabricação local de receptores

TABELA V.1
BRASIL - EMPRESAS PRODUTORAS DE COMPONENTES SEMICONDUTORES ⁽¹⁾
 (Situação em 1981-82)

INÍCIO DA FABRICAÇÃO DE SC's	EMPRESA	CONTROLE DECISÓRIO	ORIGEM DA TECNOLOGIA	TERMINO DAS OPERAÇÕES DE FABRICAÇÃO DE SC's
1964	PHILCO Indústria Brasileira de Semicondutores Ltda.	Ford - EUA	Philco-Brasil e contr. transf. tecn. c/out. emp.	1964 ⁽²⁾
1965	IBRAPE Eletrônica Ltda.	Philips Holanda	Philips Holanda	
1967	SEMİKRON-Sudamericana Com. Ind. Semicondutores Ltda.	Semikron Alemanha	Semikron Alemanha	
1973	TEXAS Instrumentos Eletrônicos do Brasil Ltda.	Texas EUA	Texas EUA	
1973 ⁽³⁾	ICOTRON S.A. - Indústria de Componentes Eletrônicos	Siemens Alemanha	Siemens Alemanha	
1974	FAIRCHILD Semicondutores Ltda.	Fairchild EUA ⁽⁴⁾	Fairchild EUA	
1974	THOMSON-CSF Componentes do Brasil Ltda.	Thomson França	Thomson França	
1974	BURROUGHS Eletrônica Ltda.	Burroughs EUA	Burroughs EUA	1983 ⁽⁵⁾
1974	TRANSIT Semicondutores S.A.	H. Diniz e outros - Bra- síl	Brasil, contr. transf. tecn. c/empr. estr.	1980 ⁽⁶⁾
1975	RCA Eletrônica Ltda	RCA EUA	RCA EUA	1980 ⁽⁷⁾
1976	PHILIPS Eletrônica do Nordeste S.A.	Philips Holanda	Philips Holanda	
1976	NATIONAL Semicondutores do Brasil Ltda.	National EUA	National EUA	1979
1978	Indústria Eletrônica SANYO do Brasil Ltda.	Sanyo Japão	Sanyo Japão	
1979	NEC do Brasil S.A.	NEC Japão	NEC Japão	
1979	WESTINGHOUSE do Brasil S.A.	Westinghouse EUA	Westinghouse EUA	
1980	RIEEM Indústria Eletrônica Ltda.	Toyo Japão	Toyo Japão	
1981	Indústrias HITACHI S.A.	HITACHI Japão	HITACHI Japão	
1981	Indústria Eletrônica STEVENSON S.A.	Thomson França	Thomson França	
1981	Robert BOSCH do Brasil S.A.	Bosch Alemanha	Bosch Alemanha	

- NOTAS:**
- (1) Exclui dispositivos optoeletrônicos.
 - (2) Comprada pelo grupo Sharp (Brasil), em fevereiro 1984.
 - (3) A produção de semicondutores teve início em 1973, mas um incêndio, em agosto de 1974, paralisou as operações até 1976, quando, então, foi reiniciada a produção de semicondutores.
 - (4) Adquirida pela Schlumberger (França), em 1979.
 - (5) Vendeu sua linha de produção de semicondutores (na verdade, uma linha de encapsulamento de circuitos integrados) para o extinto Centro Tecnológico para Informática-CIT, órgão da Secretaria Especial de Informática-SEI, criado em dezembro de 1982, dotado de autonomia administrativa e financeira, tendo por finalidade promover o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no setor de informática. O acordo entre as partes foi fechado em abril de 1983 e a transferência da unidade de produção foi concluída em setembro do mesmo ano. O CIT deu lugar à Fundação Centro Tecnológico para Informática -CTI, entidade vinculada ao Conselho Nacional de Informática e Automação - CONIN, através da Lei nº 7.232, de 29/10/84.
 - (6) Encerrou as atividades em setembro de 1981, mas as operações de fabricação foram paralisadas em setembro de 1980.
 - (7) Vendeu suas instalações para a Philco, em 1980.

FOHTE: Elaboração própria.

TABELA V.2

BRASIL - EMPRESAS PRODUTORAS DE COMPONENTES SEMICONDUTORES:
MERCADO PRINCIPAL QUANDO DA INSTALAÇÃO

INÍCIO DA FABRICAÇÃO DE SCs	EMPRESA	PAÍS	MERCADO			
			LOCAL		EXTERNO	
			Cativo	Aberto	Cativo	Aberto
1964	Philco	EUA	X			
1965	Ibrape/Philips	Holanda	X			
1967	Semikron	Alemanha		X		X
1973	Texas	EUA	(1)	(1)	X	
1973	Icotron/Siemens	Alemanha		X		
1974	Fairchild	EUA		(2)	X	
1974	Thomson	França	X	X		
1974	Burroughs	EUA			X	
1974	Transit	Brasil		X		
1975	RCA	EUA	X	X	X	
1976	Philinorte/Phi- lips	Holanda			X	
1976	National	EUA	X			
1978	Sanyo	Japão	X	(2)		
1979	NEC	Japão		X		
1979	Westinghouse	EUA	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1980	Rhom/Toyo	Japão		X	X	
1981	Hitachi	Japão	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1981	Stevenson/Thom- son	França	X			
1981	Bosch	Alemanha	X			

(1) Passa a atender, desde cedo, também o mercado interno (cativo e não).

(2) Passa a atender, desde cedo, também o mercado interno aberto.

FONTES: Elaboração própria.

de rádio e televisão^(1), suprida, até então, exclusivamente por importações. Do lado dos formuladores da política econômica brasileira, havia o interesse em ampliar o índice de nacionalização dos produtores eletrônicos produzidos no país, que eram, basicamente, os de entretenimento.

O que se verificou, naquela ocasião, foi a verticalização da produção de duas das maiores empresas de equipamentos de entretenimento, a norte-americana Philco (atuando, no Brasil, desde 1950) e a holandesa Philips (operando, no Brasil, desde 1960).

Ainda na década de sessenta, registra-se um terceiro empreendimento, o da Semikron, este, não visando um mercado cativo mas, sim, destinado a produzir diodos para o mercado aberto. Até 1973, nenhuma outra empresa instala-se no país, na área de semicondutores.

Pode-se dizer que, neste período, que poderia ser denominado de a primeira fase de inversão na indústria brasileira de semicondutores, o investimento nessa indústria buscava atender, basicamente, a demanda gerada pela indústria de entretenimento local.

Entre 1973 e 1976, nove empresas instalaram-se no Brasil, sendo uma delas de capital nacional^(2), configurando-se uma segunda fase de inversões na indústria de semicondutores. Esta nova fase foi motivada, em grande medida, também pelo mercado interno, desta vez não apenas pelo crescimento da demanda oriunda do

(1) GEICOM/DIGIBRÁS. Componentes Semicondutores, junho 1978, p. 75.

(2) Trata-se da Transit, que, entretanto, apresentando sérias dificuldades para manter-se no mercado, encerrou suas atividades poucos anos depois.

mercado de entretenimento, bastante significativo devido à introdução da televisão a cores e a quase eliminação do uso de válvulas nos televisores em geral, mas também dos mercados de telecomunicações (equipamentos de transmissão) e de equipamentos de escritório (calculadoras portáteis e de mesa)^(3). O aumento vertiginoso na demanda de semicondutores é visível nas estatísticas de importações desse período^(4). Ademais, além do efetivo aumento da demanda, as primeiras indicações do mercado futuro na área profissional contribuíram para a implantação de novas empresas nesse período.

Em adição ao expressivo crescimento da demanda interna por componentes semicondutores, havia ainda o estímulo de uma política de incentivos fiscais promovida pelo governo brasileiro, com o objetivo de estimular as exportações (por exemplo, via o mecanismo de 'draw-back'), promover a substituição de importações de componentes e matérias-primas necessárias à indústria brasileira e estimular o desenvolvimento regional (por exemplo, do Nordeste, via concessão de incentivos à instalação de plantas industriais em áreas prioritárias definidas pela SUDENE-Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste).

Do lado externo, verifica-se que este foi o período em que as empresas líderes do mercado mundial intensificaram o movimento de instalação de subsidiárias nos países do Terceiro Mundo, para a execução das últimas etapas do processo de produção de semicondutores^(5). Dois dos exemplos mais importantes, a nível internacional, de adoção desta prática, são os da Texas e da Fairchild. Ambas instalaram subsidiárias no Brasil, neste

(3) Ver GEICOM/DIGIBRÁS, *op. cit.*, p. 75.

(4) As importações de componentes semicondutores passaram de 16,1 milhões de dólares, em 1973, para 55,2 milhões de dólares, em 1974 (Fonte: CACEX).

(5) Ver item III.5.3., do Capítulo III.

período.

Do total de oito empresas estrangeiras instaladas entre 1973 e 1976, quatro o foram com o objetivo explícito de operar exclusivamente dentro do sistema de "draw-back", ou seja, ter toda a produção destinada ao mercado externo: Texas, Fairchild, Burroughs e Philips Nordeste. Na prática, apenas as duas últimas obedeceram as condições pelas quais aqui se instalaram. A Texas e a Fairchild, desde cedo, passaram a comercializar seus produtos também no Brasil, atendendo parcelas significativas do mercado interno^(6).

Em 1978, há a implantação isolada de uma empresa ligada ao grupo Sanyo (Japão), com o objetivo inicial de atender a demanda de dispositivos semicondutores de uma empresa ligada ao mesmo grupo, a Pereira Lopes-IBESA Aparelhos e Componentes Eletrônicos S.A., produtora de bens eletrônicos de consumo, estabelecida na Zona Franca de Manaus. Aos poucos, entretanto, a Sanyo passou a destinar parcela crescente de sua produção para atendimento do mercado aberto^(7).

A partir de 1979, uma nova onda de investimentos estrangeiros é observada na indústria brasileira de semicondutores, desta vez não devido a alguma expansão significativa da demanda, mas por razões estratégicas, de médio e longo prazo, visando garantir a ocupação de uma posição no mercado.

(6) IME/EPUSP. A Microeletrônica no Brasil, fevereiro 1979, pp. 27-28.

(7) MACKNIGHT, Glory e ERBER, Fabio S. A Dinâmica da Indústria de Componentes Eletrônicos Semicondutores no Brasil e no Exterior. Relatório de Pesquisa, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983, Parte IV, p. 7.

Parece claro que, influenciadas pelas evidências de que o governo brasileiro estava estudando uma política de cunho nacionalista para esta área, outras empresas com interesses no mercado brasileiro, e até então fora dele, apressaram-se em concretizar seus respectivos projetos de implantação.

É interessante observar que, das seis empresas instaladas entre 1979 e 1981, três são ligadas a empresas japonesas, o que reforça a tese de que a implantação nesse período deveu-se à ocupação estratégica do mercado, já que as empresas japonesas eram as que estavam em posição desfavorável dentro da indústria brasileira de semicondutores. Como pode ser observado na Tabela V.1, até 1979 apenas uma empresa japonesa (a Sanyo) havia-se instalado no país.

Em suma, entre meados dos anos sessenta e o início dos oitenta, foi-se instalando, no Brasil, um parque produtor de semicondutores de proporções significativas, parecendo evidente que o número de empresas instaladas, em sua grande maioria de capital externo, terminou por ser superior ao que seria razoável esperar para um mercado com as dimensões do brasileiro^(8).

(8) O mercado brasileiro de semicondutores situava-se em torno de 180 milhões de dólares, em 1983, o correspondente a 1,7% do mercado norte-americano, 4,3% do japonês, 5,2% do europeu e 9,6% do mercado do "resto do mundo" (excluindo o Bloco Soviético, mas incluindo a República Popular da China). Com relação aos países europeus, desagregadamente, as percentagens são as seguintes, considerando-se o ano de 1979, quando o mercado brasileiro situava-se em torno de 145 milhões de dólares: 14% do mercado da Alemanha Ocidental, 28% do mercado francês, 30% do inglês e 49% do italiano, tomando-se os principais mercados da Europa Ocidental. (Fonte: GEICOM, ICE e SEI).

V.1.2. Periodização do Movimento de Instalação de Subsidiárias Segundo a Origem do Capital e as Motivações

A partir do histórico da implantação da indústria de semicondutores no Brasil, descrito na seção anterior, é possível identificar três fases no processo de constituição dessa indústria, levando-se em conta a origem do capital e as motivações da empresa para entrada no país.

1ª Fase: de 1964 até final dos sessenta

Nesta fase, verifica-se a instalação de linhas de produção de semicondutores por parte de empresas de origem norte-americana e européia, tendo como motivação predominante o atendimento de mercado cativo, através da verticalização da produção por parte das duas maiores empresas multinacionais aqui instaladas no segmento de bens eletrônicos de consumo (Philco e Philips).

2ª Fase: do início dos setenta até 1978

Nesta fase, observa-se a instalação de subsidiárias de algumas das principais empresas líderes no mercado mundial de semicondutores, de origem européia (Philinorte/Philips) e, principalmente, norte-americana (Texas, Fairchild, Burroughs, RCA) com o objetivo de criar uma plataforma para exportação de seus produtos.

Desde cedo, entretanto, tornou-se evidente que o mercado externo não se constituía no objetivo principal dessas empresas, que passaram a destinar uma parcela significativa de sua produção ao mercado interno (à exceção da Burroughs e Philinorte). Assim, por exemplo, em 1982-1983 a Texas já alocava cerca de 40%

de sua produção ao mercado local e a Fairchild, 90%^(9). Pode-se afirmar, portanto, que a entrada dessas empresas visava muito mais participar no atendimento do promissor mercado brasileiro de semicondutores, do que servir de plataforma de exportação.

3ª Fase: de 1978 até o início dos oitenta

Nesta fase, as razões para a implantação de um número significativo de subsidiárias de empresas estrangeiras, principalmente japonesas, na indústria brasileira de semicondutores, estão relacionadas à conjugação de dois movimentos:

- o de antecipação de projetos de implantação de subsidiárias, por parte das empresas estrangeiras interessadas em entrar no mercado brasileiro de semicondutores - em sua grande maioria japonesas -, motivado pelas esperadas medidas governamentais de proteção e estímulo ao capital nacional na área; e
- o de reação das empresas japonesas frente ao predomínio norte-americano e europeu no mercado brasileiro de semicondutores.

Este período caracteriza-se, também, pela saída, do mercado brasileiro de semicondutores, de quatro empresas, todas norte-americanas (National, RCA, Burroughs e Philco), reduzindo para três o número de empresas com matriz nos EUA, aqui instaladas.

Sobre as razões para o encerramento das atividades destas empresas, acredita-se que, no caso da National e Burroughs, provavelmente estiveram relacionadas a uma mudança na estratégia

(9) MACKNIGHT e ERBER (1983), op. cit., Parte IV, p. 7.

dessas empresas quanto à forma de suprir sua própria demanda de semicondutores, já que a produção local destes dispositivos, por parte da National e da Burroughs, se destinava exclusivamente ao consumo próprio.

Quanto à RCA, sua saída deu-se através da venda de suas instalações de produção à Philco e do estabelecimento de um acordo com esta, pelo qual a RCA passou a cuidar apenas da comercialização dos produtos. Esta decisão reflete uma tentativa de somar esforços, por parte das duas empresas, frente às perspectivas de adoção de uma política de cunho nacionalista, pelo governo brasileiro, para o setor.

Quanto à saída da Philco, por sua vez, que vendeu suas instalações a um grupo de capital nacional (Sharp), em fevereiro de 1984, deve-se dizer que a mesma apresentava, desde há muito tempo, problemas para se manter de forma competitiva no mercado de semicondutores, tendo tido que recorrer, inclusive, a um acordo de assistência tecnológica com a Hitachi, já em 1978, como forma de se fortalecer em seu mercado principal, o de bens eletrônicos de consumo. As dificuldades da Philco decorreu, basicamente, do fato de a sua matriz, a Ford, ter deixado de operar no setor de semicondutores, a nível internacional, no início da década de sessenta.

A periodização proposta acima é interessante na medida em que permite identificar os principais vínculos que articulam, de um lado, o movimento de constituição da indústria brasileira de semicondutores e, de outro, não apenas a dinâmica da concorrência nesta indústria no âmbito internacional, como também a própria dinâmica de desenvolvimento industrial no Brasil.

Assim, a primeira grande constatação é a de que a

indústria brasileira de semicondutores se estruturou respondendo, basicamente, a motivações decorrentes do desenvolvimento da indústria brasileira de equipamentos eletrônicos finais; e não como uma simples plataforma de exportação, voltada para o atendimento do mercado externo. Ou seja, ao contrário do que ocorreu na maioria dos países do Terceiro Mundo que receberam subsidiárias de empresas estrangeiras na área de semicondutores, no caso brasileiro, o elemento preponderante para a decisão (por parte das empresas estrangeiras) de implantar subsidiárias foi o potencial do mercado interno brasileiro, e não a busca por menores salários, como foi a regra para os demais^(10).

Neste sentido, é ilustrativo observar a Tabela V.3. A partir das informações nela apresentadas, verifica-se que cerca de 68% do total da produção local, no período 1977-1983, destinaram-se ao atendimento do mercado interno.

Quanto à parcela da produção local orientada para o mercado externo, observa-se que correspondeu a, aproximadamente, 32% da produção brasileira de semicondutores, no período mencionado, e que apresenta tendência decrescente a partir de 1980.

(10) Ver item III.5.2, do Capítulo III.

TABELA V.3

BRASIL - MERCADO, IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E ESTIMATIVAS
DA PRODUÇÃO LOCAL DE COMPONENTES SEMICONDUTORES
1973 - 1983

(US\$ Milhões)

ANOS	ESTIMATIVA DO MERCADO TOTAL (1)	IMPORTAÇÃO DE SEMICONDUTORES FRONTOS (2)	ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO LOCAL PARA MERCADO INTERNO (3) = (1) - (2)	EXPORTAÇÕES DE SCs (ou PROD. LOCAL EXPORTADA) (4)	ESTIMATIVA DA PROD. LOCAL TOTAL (5) = (3) + (4)
1973	22,9	23,1	-	3,8	3,8
1974	56,6	52,8	3,8	0,3	4,1
1975	79,1	42,1	37,0	0,3	37,3
1976	90,0	59,6	30,4	0,5	30,9
1977	114,0	62,0	52,0	21,1	73,1
1978	128,7	66,1	62,6	31,4	94,0
1979	145,3	78,2	67,1	29,3	96,4
1980	175,6	104,5	71,1	47,8	118,9
1981	153,4	100,8	52,6	38,0	90,6
1982	176,9	92,2	84,7	28,3	113,0
1983	179,6	90,2	89,4	27,7	117,1

FONTE: (1) 1973-75 - GEICOM/DIGIBRÁS. Componentes Semicondutores, junho 1978, p. 28.

1976 - GEICOM. Valor aproximado obtido a partir de um gráfico publicado em Dados & Idéias, abril 1981, p. 21.

1977-78 - WAJNBERG, Salomão (GEICOM). Microeletrônica - Componentes Semicondutores - Balanço Econômico-Industrial. Congresso da SUCELU, outubro 1982 (mimeo), p. 12.

1979-83 - WAJNBERG, Salomão (GEICOM). The Brazilian Microelectronics and its Relationship with the Communications Industry - Possibility of International Cooperation. Es tudo preparado para a UNIDO, maio 1985, p. 34.

(2) CADEX. Comércio Exterior do Brasil. Importação, 1973 a 1983.

(3) Obtido por resíduo: (1) menos (2).

(4) CADEX. Comércio Exterior do Brasil. Exportação, 1973 a 1983.

(5) Obtido pela soma das parcelas (3) e (4).

Uma segunda constatação que sobressai do histórico da indústria brasileira de semicondutores, apresentado anteriormente, diz respeito ao fato de uma parcela razoável da produção local de componentes semicondutores ser cativa, ou seja, um número significativo de empresas da indústria de semicondutores atua também na fabricação de equipamentos eletrônicos finais e destina parte de sua produção de componentes para o atendimento de suas próprias necessidades. Nestas circunstâncias, o desempenho dessas empresas, no mercado de semicondutores, depende, em grande medida, do seu próprio desempenho nos mercados de equipamentos eletrônicos finais.

A estreita vinculação entre as empresas do mercado de semicondutores e as de equipamentos eletrônicos finais explica, aliás, a forte presença dos produtores de origem norte-americana e européia, nos primórdios da indústria brasileira de semicondutores (quando a Philco e a Philips detinham parcela significativa do mercado de bens eletrônicos de consumo) e as mudanças recentes no sentido de uma presença mais preponderante dos produtores japoneses, como reflexo de sua crescente participação na indústria brasileira de bens eletrônicos de consumo.

Finalmente, cabe observar que, se, por um lado, a indústria brasileira de semicondutores se estruturou respondendo às necessidades impostas pelo próprio desenvolvimento industrial brasileiro, por outro lado, na medida em que sua constituição se deu através da instalação de subsidiárias de empresas estrangeiras, assumiu contornos e características definidos pela dinâmica de concorrência desta indústria, a nível internacional.

Assim, a indústria brasileira de semicondutores alcança os anos oitenta apresentando características semelhantes às

encontradas nas Zonas de Livre Produção nos países do Terceiro Mundo, no que diz respeito às etapas do processo produtivo realizadas, às características dos produtos fabricados, ao controle de capital, etc., como será visto a seguir.

V.2. Principais Características e Implicações da Atuação de Empresas Estrangeiras na Indústria Brasileira de Semicondutores

As características da indústria de semicondutores que se foi constituindo no Brasil, a partir de meados da década de sessenta, através da implantação de subsidiárias de empresas estrangeiras, assemelham-se, em linhas gerais, àquelas encontradas nas Zonas de Livre Produção nos países do Terceiro Mundo.

Tais semelhanças dizem respeito aos seguintes aspectos principais^(11):

- as etapas do processo de produção realizadas são as de montagem e testes finais dos dispositivos ('back-end operations'), mais intensivas em trabalho^(12).
- As subsidiárias de empresas estrangeiras limitam-se a montar, executar os testes finais e encapsular os dispositivos, importando os 'chips' acabados de suas matrizes. Não executam aqui, portanto, as etapas de projeto e fabricação propriamente dita do dispositivo (difusão), que são exatamente as etapas mais importantes, pois agregam maior valor e conhecimentos tecnológicos. Das empresas estrangeiras que atuam ou atua-

(11) Ver MACKNIGHT, Glory. A Indústria de Semicondutores Eletrônicos - Brasil. Tese de Mestrado. COPPE/UFRJ, 1982, pp. 153-157; e MACKNIGHT e ERBER (1983), op. cit., pp. 75-81.

(12) Ver item III.5.1, do Capítulo III.

ram no Brasil, duas constituem-se em exceções a essa regra, executando a etapa de difusão: a Semikron e a extinta Philco^(13). Cabe ressaltar que a Philco, embora com controle decisório externo, representou, durante o longo período em que operou no Brasil, um caso particular, no que se refere às características de atuação de empresas estrangeiras nesta área, no país. Isto devia-se ao fato de que dispunha de autonomia técnica, uma vez que sua matriz, a Ford, deixou de operar no setor, no início da década de sessenta.

- quanto às características dos produtos fabricados (idade, especificações e aplicações), tratam-se de produtos de tecnologia madura destinados, principalmente, à aplicação em bens eletrônicos de consumo. Ressalte-se que, quando os produtos entram na fase de maturidade, ou seja, quando a introdução de novos desenvolvimentos na tecnologia de produto e de processo não é significativa, o custo relativo da mão-de-obra utilizada na montagem/testes ganha maior importância, passando a se constituir em um fator relevante na determinação da localização geográfica destas etapas do processo produtivo. Ademais, nesta fase, torna-se menos importante a localização de plantas próximas à matriz das empresas onde se situam, em geral, as atividades de pesquisa e desenvolvimento^(14).

(13) GEICOM. Plano Diretor de Semicondutores, setembro 1979, p. A.7.

(14) Ver item III.5.2, do Capítulo III.

- não há transferência significativa de conhecimentos relativos à tecnologia de produto e de processo.
- o controle de capital e a tomada de decisões são centralizadas pela matriz no exterior.

Há que se mencionar, entretanto, que, no Brasil, a indústria de semicondutores, além das características acima apontadas (comuns às ZLPs), apresenta, também, algumas especificidades. A primeira diz respeito ao fato, já mencionado, de que, enquanto o movimento de instalações de plantas 'off-shore' para montagem de dispositivos em ZLPs do Terceiro Mundo, pelas empresas líderes internacionais do setor, foi motivado, principalmente, pelo menor custo da mão-de-obra, no caso do Brasil, o fator determinante da implantação dessas empresas foi o tamanho do mercado local, real e potencial, ainda que apenas para montagem.

A segunda particularidade da indústria brasileira de semicondutores diz respeito à sua localização e consiste no fato de que, apesar de o Brasil possuir uma parte do território destinada a funcionar como uma ZLP (a Zona Franca de Manaus), sua indústria de semicondutores localiza-se fora desta região. Esta situação não resultou de uma política industrial de localização específica, mas foi, sim, o resultado da ação das empresas do setor elétrico e eletrônico, representadas pela ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, que, até 1975, foi contra o estabelecimento da Zona Franca de Manaus^(15).

Desta forma, quando da instalação das subsidiárias de empresas estrangeiras, no Brasil, para produção de componentes eletrônicos semicondutores, a indústria de equipamentos eletrôni-

(15) Para maiores detalhes sobre a referida ação das empresas do setor elétrico e eletrônico contra a ZFM, ver MACKNIGHT (1982), op. cit., pp. 144-146.

cos finais concentrava-se na Região Sudeste do país^(16), próxima aos grandes centros consumidores, constituindo-se em fator determinante para a localização daquelas nesta região, já que, como foi visto, o principal mercado visado pelas mesmas era exatamente o mercado interno.

Considerando-se, de um lado, o caráter estratégico da tecnologia microeletrônica (apontado na introdução desta dissertação), que decorre da sua crescente importância nos sistemas eletrônicos, e, de outro, as características da evolução da indústria de semicondutores a nível internacional (tratada nos capítulos III e IV) e da atuação das empresas estrangeiras em países periféricos (item III.5, do Capítulo III, e V.2, do presente capítulo), verifica-se que são sérias as implicações, para o país, da configuração delineada acima.

Com efeito, o fato de as atividades de pesquisa e desenvolvimento das subsidiárias de empresas multinacionais ficarem praticamente restritas aos países de origem ou a subsidiárias instaladas em outros países desenvolvidos, tem importantes implicações para a economia do país.

Em primeiro lugar, a geração de empregos é orientada, basicamente, para trabalhos manuais, de baixa remuneração. Em consequência, a indústria local não apresenta a capacidade técnica necessária para estabelecer vínculos significativos com universidades e centros de pesquisa locais.

(16) Esta situação tem-se alterado rapidamente nos últimos anos, com a transferência maciça da indústria de equipamentos eletrônicos finais para a Zona Franca de Manaus, particularmente da indústria de bens eletrônicos de consumo.

Em segundo lugar, a dependência de fontes externas de tecnologia, ao implicar na importação de projetos e especificações de produtos, traz como consequência sérios prejuízos ao avanço da capacidade local de P & D, o desperdício de divisas e o estímulo ao uso de bens de capital e componentes importados.

Em terceiro lugar, há que mencionar o fato de que nem sempre a tecnologia estrangeira se apresenta adequada e apropriada às necessidades nacionais.

Se, por um lado, o mercado brasileiro de semicondutores se revelou suficientemente atraente para que as empresas líderes no âmbito internacional aqui instalassem unidades de montagem, por outro lado, a lógica concorrencial de suas empresas-matriz fez com que as etapas de difusão e, principalmente, de projeto fossem mantidas na sede, sob o argumento de que o mercado brasileiro não comporta os investimentos necessários à realização destas etapas, localmente.

Se, entretanto, se considera a crescente importância do projeto dos dispositivos microeletrônicos na cadeia de fabricação dos equipamentos eletrônicos finais, chega-se à conclusão de que, independente do tamanho do mercado, deter autonomia tecnológica nesta área se reveste de importância estratégica para os rumos da indústria nacional de equipamentos eletrônicos finais, de modo que a questão não passa apenas por uma avaliação da potencialidade do mercado mas, principalmente, pela definição do modelo de desenvolvimento industrial que se pretende para o país.

A posição-chave da tecnologia microeletrônica na cadeia de transformações tecnológicas em curso coloca, assim, a capacitação tecnológica no setor de componentes semicondutores em termos

de alta prioridade para a autonomia decisória do País em relação às definições de política econômica, industrial e de defesa nacional, bem como sobre o próprio processo de informatização da sociedade como um todo.

A este respeito, cabe salientar dois aspectos. Primeiro, que autonomia decisória não implica, necessariamente, em auto-suficiência produtiva e tecnológica, dentro de uma noção de autarquia e isolamento, mas sim em independência de ação na formulação da política industrial e tecnológica para o País. Segundo, que capacitação tecnológica somente é possível de atingir se for asentada em empresas nacionais, entendidas como aquelas com controle decisório, tecnológico e de capital nacionais. As subsidiárias de empresas estrangeiras, ou mesmo as "joint-ventures", possuem seu centro decisório e tecnológico fora do país, inviabilizando, assim, o desenvolvimento da capacitação tecnológica nacional.

Há que se considerar, entretanto, que a estrutura e a dinâmica da indústria de semicondutores a nível internacional colocam sérios entraves aos países que procuram entrar, retardatariamente, no setor. Alcançar a capacitação tecnológica e industrial na área da microeletrônica revela-se, assim, uma tarefa árdua e de difícil consecução, exigindo que os governos tomem para si a iniciativa da ação. Neste sentido, cabe apontar que os países bem sucedidos na busca de capacitação tecnológica e industrial nesta área atingiram seu objetivo através da implementação de uma política governamental altamente protecionista.

No Brasil, a experiência fracassada da Transit, empresa de capital nacional que operou na indústria de semicondutores no período 1974-1980, constitui-se em um excelente exemplo da natureza e extensão das dificuldades a serem enfrentadas por qual-

quer empreendimento nacional nesta área, razão pela qual apresenta-se, a seguir, um breve histórico desta experiência.

V.3. A Experiência Fracassada da Transit

A empresa Transit Semicondutores S.A. foi fundada em 1971, por Hindemburgo Pereira Diniz e Ricardo José de Freitas Ede, mas foi inaugurada apenas em julho de 1974. Entrou em operação plena em julho de 1976, utilizando tecnologia nacional, desenvolvida pelo Laboratório de Microeletrônica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - LME/EPUSP, e contando com a participação do Governo, através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, bem como com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e da Telecomunicações Brasileiras S/A - TELEBRÁS.

A empresa, de capital e controle decisório totalmente nacionais, tinha dois objetivos básicos. Primeiro, fabricar no país o maior número possível de componentes eletrônicos semicondutores, inclusive circuitos integrados LSI (Large Scale Integration). Segundo, aproveitar tecnologia nacional desenvolvida no LME/EPUSP.

As duas metas acabaram, no entanto, ficando praticamente no terreno das intenções. A empresa não só não conseguiu avançar muito na fabricação dos dispositivos eletrônicos mais complexos, como, também, foi forçada (segundo depoimento de H. Diniz^(17), por razões de mercado) a adquirir tecnologia no exterior. Em meados de 1976, a Transit assinou um contrato de transferência de tecnologia e de assistência técnica com a SGS-ATES-Componenti Elettro-

(17) Dados e Idéias, dez.jan/77-78, p. 16.

nici S.A. (Itália).

Um breve histórico da Transit poderia ser assim resumido:

- 1971 - fundada por Hindemburgo P. Diniz e Ricardo J. F. Ede;
- 1974 - assina um contrato com a Universidade de São Paulo, que começava a desenvolver trabalhos de pesquisa e desenvolvimento ligados a semicondutores;
- Jul/1974 - inauguração;
- Ago/1975 - início da produção em escala semi-industrial. Permanece em situação de pré-operação, produzindo transistores de pequeno sinal e diodos retificadores, até julho de 1976, utilizando tecnologia nacional desenvolvida pelo LME/EPUSP;
- Jun/1976 - assina contrato de transferência de tecnologia e de assistência técnica com a SGS-ATES-Componenti Elettronici S.A. (Itália) para a fabricação local, inclusive difusão, de dispositivos discretos e circuitos integrados especiais, com a finalidade de suprir a demanda gerada pela fabricação no país de equipamentos de comutação semi-eletrônica e de computadores. Do lado da SGS-ATES havia o interesse em entrar no potencialmente lucrativo mercado brasileiro de telecomunicações;
- Jul/1976 - início das operações, produzindo transistores de pequeno sinal e diodos retificadores, para o mercado de entretenimento;

- 1976 - cria o seu próprio grupo de desenvolvimento, trabalhando em diodos. Mais tarde, em 1977, esse grupo passa a trabalhar, também, em transistores;
- Jul/1978 - consegue dominar a técnica de difusão do silício, em escala industrial;
- 2º Sem/1978 - entrada em operação de uma segunda linha de produção, esta voltada para o mercado profissional, tendo como suporte o contrato com a SGS-ATES. Assim, a partir desta data, sua produção é apoiada em tecnologia desenvolvida no país e em tecnologia importada;
- Set/1980 - tem suas atividades paralisadas, permanecendo fechada até setembro de 1981, à espera de algum grupo privado nacional interessado em assumir o controle da empresa ou de uma solução por parte do governo, seja no sentido de estatizá-la^(18) ou de apoiá-la financeiramente, seja no sentido de estabelecer uma política de governo de apoio aos empreendimentos nacionais na indústria de componentes semicondutores;
- Set/1981 - encerramento das atividades.

Em termos das etapas da produção que eram executadas pela Transit, dois períodos podem ser identificados, a grosso modo:

- 1976/77 - comprava 'chips' no exterior e os encapsulava;
- 1978/80 - produzia os 'chips' ou lâminas de silício difundido, realizando, assim, todas as etapas do processo de produção de diodos e transistores.

(18) A Telebrás, um dos maiores credores da empresa, era considerada, na época, a candidata natural para assumi-la.

As dificuldades enfrentadas pela Transit foram inúmeras e relacionadas a diversos fatores. Entre elas:

- a falta de uma política oficial declarada para o setor, à sua época, certamente teve um papel de destaque;
- a inexperiência dos grupos universitários em repassar conhecimentos para a indústria constituiu-se também, em um fator relevante. Como foi visto, a Transit começou gerando sua própria tecnologia, a partir de um projeto universitário desenvolvido na USP, sem qualquer experiência industrial anterior, e, segundo H. Diniz^(19), "a transferência de tecnologia do laboratório para a fase industrial foi extremamente difícil";
- havia, ainda, a sua má localização, em se tratando de uma fábrica de semicondutores: Montes Claros, no norte de Minas Gerais, escolhida por ser uma área com incentivos da SUDENE. Tal localização, distante mais de mil quilômetros dos principais compradores de microcircuitos, pôs a empresa em franca desvantagem frente aos concorrentes, assim como dificultou enormemente a arrecimação de mão-de-obra qualificada, que é um problema crítico neste ramo de atividade^(20). Além disso, a sua localização a colocava muito afastada de seu parceiro tecnológico, a USP, localizada na capital paulista, dificultando a integração entre ambos;

(19) O Estado de São Paulo, 27/7/78.

(20) Sabe-se que a dificuldade em atrair técnicos brasileiros para Montes Claros obrigou a Transit a trazer especialistas do exterior.

- a falta de um adequado suporte financeiro, crucial para um empreendimento nesta área, revelou-se, também, um forte entrave à sua consolidação. Estudos realizados pelo BNDES revelaram que, em fins de 1978, eram "necessários cerca de 16 milhões de dólares para dar à Transit condições de resolver seus problemas passados e de expandir até o limite de sua capacidade instalada" (21);
- a Transit tinha que disputar abertamente, com as grandes multinacionais aqui instaladas, o mesmo mercado, com indiscutíveis desvantagens em relação aos seus concorrentes. Sem dúvida, a falta de garantia de mercado para seus produtos foi um dos grandes obstáculos para a consolidação da Transit.

Na verdade, o fracasso da Transit não foi, ainda, suficientemente estudado. As avaliações feitas foram superficiais e, mesmo, emocionais. De um lado, os que acreditam que a Transit primou pela total ausência de capacitação técnica gerencial, bem como não levou a sério o propósito de trabalhar de maneira a aproveitar o material da USP. De outro lado, o pessoal da Transit argumenta que o material da USP não era aproveitável. Existe, também, o argumento de que o governo, apesar de investir recursos no empreendimento, não manteve uma conduta linear durante o processo (22).

Há consenso, entretanto, de que a experiência da Transit foi positiva no sentido de formar novos profissionais na área

(21) LME/EPUSP (1979), op. cit., p. 12.

(22) Revista Sucesu, set.out/1982, p. 8.

de microeletrônica, assim como foi importante para alertar para a natureza e a extensão das dificuldades a serem enfrentadas por qualquer empreendimento nacional na indústria de componentes semicondutores.

V.4. Intervenção do Governo Brasileiro na Área de Microeletrônica e Mudanças na Estrutura da Indústria de Semicondutores no Brasil

A configuração da indústria brasileira de semicondutores, delineada anteriormente, vem sendo significativamente alterada, no período recente, como resultado da intervenção do governo brasileiro na área de microeletrônica, de tal modo que é possível identificar uma quarta fase na história desta indústria, no Brasil, caracterizada pelo estabelecimento de barreiras à entrada ou à expansão das empresas estrangeiras, através da implementação de uma política governamental de apoio às empresas nacionais que começou a se fazer sentir a partir de 1981-82, e que vem possibilitando a instalação de empresas de capital nacional, principalmente a partir de 1983.

V.4.1. Considerações Preliminares

Inicialmente, deve-se registrar que a política governamental brasileira para a área de microeletrônica está inserida num contexto mais amplo de intervenção do Estado na área de informática, consubstanciada na Política Nacional de Informática, a qual, nesta dissertação, é apenas referida, não se constituindo em objeto de análise.

A intervenção do governo brasileiro na área de micro-

eletrônica, com o intuito de apoiar e incentivar o setor, remonta ao final dos anos sessenta. Entretanto, o grau e o caráter dessa intervenção foi diferenciado ao longo desse período, sendo possível dividi-la em duas fases.

A primeira caracteriza-se por uma atuação incipiente, desarticulada e restrita a áreas específicas, basicamente ao apoio à pesquisa e desenvolvimento nas universidades, além do apoio financeiro a uma iniciativa privada na esfera da produção, a Transit.

A segunda fase, que pode ser delimitada pela criação da SEI, em outubro de 1979, caracteriza-se pela criação de instrumentos e mecanismos institucionais de intervenção no setor e pela definição de uma estratégia integrada e abrangente para o mesmo.

De fato, até a criação da SEI, não havia nenhuma coordenação geral para integrar os esforços de várias entidades estatais e privadas que atuavam no setor de componentes semicondutores. O único órgão governamental com atribuições específicas no setor de componentes eletrônicos era, até então, o GEICOM (Grupo Executivo Interministerial de Componentes e Materiais) que, com delegação dos Ministérios das Comunicações e da Indústria e do Comércio, assessorava os Ministérios através de análises industriais, estudos, pareceres, etc., sugerindo as estratégias a serem seguidas e coordenando, informalmente, a política de produção e comercialização de componentes eletrônicos.

Nesse período, os segmentos de formação de recursos humanos e de suporte científico e tecnológico eram apoiados, notadamente, pela Financiadora de Estudos e Projetos-FINEP e pela Telecomunicações Brasileiras S/A - TELEBRÁS.

Com a instituição da SEI, criaram-se as condições necessárias para que uma atuação mais firme, de controle e regulação do setor, fosse possível.

Na área de microeletrônica, a SEI teve suas atribuições progressivamente ampliadas, incorporando às funções de planejamento e coordenação, a de execução do Plano Nacional de Microeletrônica, com poderes para criar instrumentos capazes de colocar as diretrizes gerais da política em prática. Neste sentido, o comunicado CACEX nº 41, de 24/01/83, que condicionou à prévia e expressa anuência da SEI a importação de uma extensa lista de produtos ligados à indústria eletrônica (entre eles, os dispositivos semicondutores) foi, sem dúvida, um dos seus instrumentos mais importantes até 29/10/84, data da aprovação, pelo Congresso Nacional, da Lei nº 7.232, que dispõe sobre a Política Nacional de Informática e que prevê uma série de medidas e instrumentos aplicáveis às atividades de informática, em geral, e à microeletrônica, em particular.

V.4.2. Histórico da Política Governamental Brasileira para a Área de Microeletrônica

A primeira iniciativa de apoio à área de microeletrônica, no Brasil, parece ter sido em 1968, quando um plano visando o setor de controle de processos, envolvendo a Universidade de São Paulo - USP e a Universidade de Brasília - UnB, sob o patrocínio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, levou à criação do Laboratório de Microeletrônica - LME, da USP.

Em 1974, um plano⁽²³⁾ para a área de semicondutores, elaborado pela TELEBRÁS, com a participação de vários membros da comunidade acadêmica, resultou em um apoio aos laboratórios LME/USP e Laboratório de Pesquisas em Dispositivos - LPD/UNICAMP, bem como na ampliação do Laboratório de Eletrônica e Dispositivos - LED e na criação do Laboratório de Materiais de Grau Eletrônico - MGE, ambos na UNICAMP.

Em janeiro de 1978 foi assinado um convênio entre o GEICOM e a extinta Digibrás-Empresa Digital Brasileira S.A.^(24) com o objetivo de fornecer subsídios às autoridades brasileiras para a elaboração de uma política nacional para os componentes semicondutores, através da realização conjunta de uma série de levantamentos e estudos sobre o setor.

Em abril de 1978 foi realizado o 1º Seminário sobre Componentes Eletrônicos (COMPEL), organizado pela extinta Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico - CAPRE e pelo Grupo Executivo Interministerial de Componentes e Materiais - GEICOM, sob o patrocínio da USP, Serviço Federal de Processamento de Dados - SERPRO e FINEP.

Este seminário foi relevante no sentido de apresentar subsídios para o delineamento de uma política para o setor de componentes eletrônicos, em geral, e semicondutores, em particular. Dele participaram, além de representantes dos órgãos governamentais envolvidos, a comunidade acadêmica direta e indiretamente ligada ao setor e diversas empresas nacionais, produtoras e/ou usuárias de componentes eletrônicos.

(23) TELEBRÁS. Programa de Eletrônica e Dispositivos. 1974.

(24) Empresa estatal, criada em 1974, destinada a fomentar a criação de empresas no setor de informática.

Em junho de 1978, um extenso e aprofundado relatório^(25) sobre o setor foi concluído, como resultado do convênio GEICOM/DIGIBRÁS, referido anteriormente, e apresentou recomendações de política relativas ao mercado, à indústria e à pesquisa e desenvolvimento e recursos humanos, no setor de componentes semicondutores. Tais recomendações foram baseadas em estudos e diagnósticos realizados junto às empresas produtoras de semicondutores e às universidades brasileiras, em pesquisa sobre a experiência de outros países na área, bem como na opinião de técnicos ligados ao setor, em particular as recomendações apresentadas no 1º Compel.

Em fevereiro de 1979, um outro relatório^(26) sobre o setor foi concluído, desta vez pelo LME/EPUSP, contendo uma análise aprofundada dos principais estrangulamentos da microeletrônica no Brasil e apresentando, como proposta, uma plano nacional de microeletrônica.

Em setembro de 1979, o GEICOM, por solicitação do Ministério das Comunicações, concluiu a elaboração de um Plano Diretor de Semicondutores, com participação de representantes da comunidade técnico-científica, bem como dos principais órgãos governamentais envolvidos no setor.

(25) GEICOM/DIGIBRÁS. Componentes Semicondutores, junho 1978.

(26) LME/EPUSP. A Microeletrônica no Brasil, fevereiro 1979.

Pelo Decreto nº 84.067, de 08/10/79, foi criada a Secretaria Especial de Informática - SEI, em substituição à CAPRE^(27). Subordinada à Presidência da República, como órgão complementar do Conselho de Segurança Nacional, a SEI foi criada com a finalidade de "assessorar na formulação da Política Nacional de Informática e coordenar sua execução como órgão superior de orientação, planejamento e fiscalização, tendo em vista, especialmente, o desenvolvimento científico e tecnológico no setor", portanto com poderes de atuação ampliados em relação à fragilidade institucional da CAPRE. Com o intuito de prover alguma autonomia financeira ao órgão recém-criado, o referido decreto criou, na SEI, um "fundo especial de natureza contábil, sob a denominação de Fundo para Atividades de Informática (FAI), destinado a centralizar recursos e financiar a instalação e as atividades do órgão", e a cujo crédito deveriam ser levados todos os recursos destinados às suas necessidades.

(27) A CAPRE foi criada em 1972, vinculada ao Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, visando a "racionalização do uso de computadores na administração pública federal, sobretudo quanto à aquisição de equipamentos e treinamento de pessoal. A criação da CAPRE representava a institucionalização de uma ação governamental no setor de informática, mas não havia ainda uma linha explícita de atuação" para o setor. (PIRAGIBE, Clélia V.S. "Políticas de Desenvolvimento Tecnológico Autônomo: Um Estudo Comparativo do Setor de Computadores Brasileiro e Indiano", in Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento 2. Brasília, CNPq/UNESCO, 1983, p. 182). Em dezembro de 1975, em decorrência do agravamento das dificuldades no balanço de pagamentos brasileiro, "a CAPRE teve seus poderes ampliados, com a atribuição de controlar as importações de equipamentos de computação e peças e componentes para fabricação e reposição". (PIRAGIBE, op. cit., p. 183). Dois meses depois, "pelo Decreto nº 77.118, de 09/02/76, foi atribuída à CAPRE a missão de estudar e propor as diretrizes da Política Nacional de Informática. (...) A partir de então, a CAPRE seria o órgão responsável pelo planejamento do setor de informática e pela coordenação das atividades desta área". (PIRAGIBE, op. cit., p. 183).

Com a criação da SEI, cujas atribuições específicas e estruturação foram regulamentadas pelo Decreto nº 84.266, de 05/12/79, consolidou-se a intervenção do Estado no setor de informática brasileiro.

Em março de 1980 foi criada a Comissão Especial de Microeletrônica - CEM, através da Portaria SEI nº 002, de 14/03/80, com o objetivo de "formular políticas e diretrizes, no setor de microeletrônica, com vistas à capacitação nacional na pesquisa e produção de insumos básicos e materiais de processamento, de microcircuitos e equipamentos de laboratório e industriais e de componentes eletromecânicos, semicondutores e outros afins ao setor". A CEM foi integrada por representantes da SEI, GEICOM, DIGIBRÁS, TELEBRÁS, BNDES, FINEP, ELETROBRÁS, TRANSIT e cinco representantes da comunidade científica do setor de microeletrônica.

Em julho de 1980, o Relatório Final da Comissão Especial de Microeletrônica foi concluído, contendo as recomendações básicas para serem consideradas na formulação de uma Política Nacional de Microeletrônica.

Em março de 1981, o Decreto nº 85.790, de 06/03/81, acrescentou ao decreto de criação da SEI texto atribuindo competência à mesma para orientar, planejar, supervisionar e fiscalizar, em articulação com os órgãos específicos, "a coordenação da pesquisa, do desenvolvimento e da produção de componentes eletrônicos a semicondutor, optoeletrônicos e assemelhados, bem como de seus insumos", com a atribuição de elaborar e executar o Plano Nacional de Microeletrônica.

Este decreto foi importante na medida que atribui competência à SEI para elaborar e executar um plano específico para a

área de microeletrônica. Até então, a questão dos componentes era tratada de forma implícita, dentro da Política Nacional de Informática.

Em agosto de 1981, a SEI firmou um contrato com a Fundação para o Desenvolvimento da Universidade de Campinas - FUN-CAMP, para a elaboração de um plano diretor para a implantação de um Instituto de Microeletrônica, ligado à SEI, com prazo para conclusão do plano previsto para março de 1982.

Em setembro de 1981, a SEI, através do comunicado SEI nº 04/81, publicado no Diário Oficial de 8/9/81, selecionou os grupos nacionais Docas e Itaú para produzirem circuitos integrados digitais, sob a proteção de reserva de mercado, dando-lhes um prazo de seis meses para apresentarem projetos detalhados (ou seja, março de 1982, coincidindo com o prazo para entrega, pela FUNCAMP, do plano diretor para o Instituto de Microeletrônica).

Em dezembro de 1982, o Decreto nº 87.980, de 23/12/82, aumentou a autonomia administrativa da SEI e determinou que deveriam ser levados a crédito do Fundo para Atividades de Informática (FAI) os recursos de origem orçamentária e extra-orçamentária do órgão, para serem aplicados, não apenas no financiamento das instalações e atividades da SEI, conforme definia o decreto de criação do Fundo, mas, também, "no apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico do setor de informática" e "na implantação, operação e modernização das atividades do sistema de informática".

Ademais, sendo a SEI um órgão essencialmente normativo, buscou-se conferir-lhe maior flexibilidade de atuação pela criação de um órgão complementar à SEI, que pudesse atuar como

seu braço executivo. Assim, o Decreto nº 88.010, de 30/12/82, criou o Centro Tecnológico para Informática - CTI, órgão da SEI dotado de autonomia administrativa e financeira, com a finalidade de "promover o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no setor de informática".

Apesar de sua criação formal ter sido nesta data, sua equipe iniciou os trabalhos, de fato, em agosto de 1982, quando, através do Decreto nº 87.461, foi aberto um crédito de 900 milhões de cruzeiros, em favor do Conselho de Segurança Nacional, como reforço de dotação orçamentária, destinado ao futuro instituto de pesquisa e desenvolvimento.

O CTI tem atuado como um instituto de pesquisa, além de funcionar como um organismo de fomento às Universidades, e é composto por quatro Institutos: Microeletrônica, Automação, Instrumentação e Computação.

As atribuições básicas do CTI são: indução e apoio à introdução das tecnologias de informática no processo produtivo; incentivo e coordenação da pesquisa científica em centros universitários, visando ao trabalho conjunto entre as universidades e a indústria; promoção do desenvolvimento tecnológico até a obtenção de protótipos, em condições de atendimento às necessidades da indústria; e o acompanhamento dos programas de nacionalização dos produtos do setor.

Em abril de 1983, o CTI fechou um acordo com a empresa Burroughs para compra de sua divisão de encapsulamento de circuitos integrados, transferindo-a para as instalações do Centro em setembro do mesmo ano. Esta transferência, que incluiu toda a parte de "hardware" e, também, de "know-how" e pessoal, signifi-

cou um grande avanço para os planos de implantação de uma linha de encapsulamento de dispositivos microeletrônicos dentro do CTI, possibilitando a inauguração da mesma já em outubro de 1983.

Em 29/10/84 foi aprovada, pelo Congresso Nacional, a Lei de Informática (Lei nº 7232), institucionalizando efetivamente a intervenção do governo brasileiro na área de informática. Os principais pontos contidos nesta Lei são:

- criação do Conselho Nacional de Informática e Automação (CONIN), vinculado diretamente à Presidência da República, o que tira a informática do âmbito do Conselho de Segurança Nacional. Ao CONIN, formado por ministros de Estado e representantes de vários segmentos da informática, caberá a tarefa de elaborar o Plano Nacional de Informática, submetido trienalmente ao Congresso e cuja fiscalização será executada anualmente pelos parlamentares;
- definição de empresa nacional, incluindo o controle decisório, tecnológico e de capital;
- a reserva de mercado está garantida por um prazo de oito anos, através do controle de importações;
- é autorizada a criação de distritos industriais de exportação nas regiões Norte e Nordeste, um espaço aberto às multinacionais, que só poderão destinar sua produção à exportação;
- instituição do Fundo Especial de Informática e Automação, cujo orçamento será aprovado, anualmente, pelo CONIN, considerando os planos e projetos aprovados pelo Plano Nacional de Informática e Automação;
- é autorizada a concessão de incentivos às empresas nacionais, para a realização de projetos de pesquisa,

- desenvolvimento e produção de bens e serviços de informática;
- ampliação da área de intervenção do Estado, na medida que, "para os efeitos desta Lei, consideram-se atividades de informática aquelas ligadas ao tratamento racional e automático da informação, e, especificamente, as de: I - pesquisa, desenvolvimento, produção, importação e exportação de componentes eletrônicos a semicondutor, opto-eletrônicos, bem como dos respectivos insumos de grau eletrônico; II - pesquisa, importação, exportação, fabricação, comercialização e operação de máquinas, equipamentos e dispositivos baseados em técnica digital, com funções de coleta, tratamento, estruturação, armazenamento, comutação, recuperação e apresentação da informação, seus respectivos insumos eletrônicos, partes, peças e suporte físico para operação; III - importação, produção, operação e comercialização de programas para computadores e máquinas automáticas de tratamento da informação e respectiva documentação técnica associada ("software"); IV - estruturação e exploração de bases de dados; V - prestação de serviços técnicos de informática".

Desta forma, a Lei 7.232 prevê uma série de medidas e instrumentos aplicáveis às atividades de informática em geral, e à microeletrônica, em particular.

No que diz respeito à área de microeletrônica, esta lei define dois instrumentos principais destinados a criar condições para a implantação, desenvolvimento e consolidação de uma indús-

tria nacional de microeletrônica. O principal deles constitui-se no estabelecimento da reserva de mercado de componentes eletrônicos a semicondutor, opto-eletrônicos, bem como dos respectivos insumos de grau eletrônico, para as empresas nacionais, estando previstas, na Lei, as seguintes medidas para efetivar a referida proteção: controle de importações; e enquadramento, análise e acompanhamento de projetos de desenvolvimento e fabricação.

O segundo instrumento de apoio à empresa nacional trata-se da concessão de incentivos fiscais e tributários para a realização de projetos de pesquisa, desenvolvimento e produção na área de microeletrônica.

Estes são os mecanismos e orientação geral de apoio à área de microeletrônica já definidos, e que deverão, no curto prazo, ser operacionalizados.

V.4.3. O "Modelo Brasileiro" para a Área de Microeletrônica

O governo brasileiro, através da implementação de uma Política Nacional de Microeletrônica, tem por objetivo "assegurar a produção local, com o respectivo conhecimento tecnológico, dos circuitos integrados e outros componentes que constituem os elementos essenciais dos produtos de informática"^(28).

Para tanto, vem adotando um "modelo" de desenvolvimento para o setor que se baseia em uma forte articulação entre as indústrias, um instituto estatal de pesquisa e desenvolvimento (o Centro Tecnológico para Informática - CTI) e os laboratórios universitários, com atribuições bem definidas para cada uma das três partes.

(28) SEI (documento reservado enviado a parlamentares), in Data News, 10/04/84, pp. 8-9.

Às indústrias, que devem absorver a tecnologia a ser gerada, cabe a ocupação do mercado; ao instituto estatal compete a geração de tecnologia e o atendimento de demandas restritas; e aos laboratórios universitários cabe a tarefa de formação de recursos humanos, bem como as atividades de pesquisa.

Ao CTI atribui-se o papel fundamental de servir de elo entre as universidades e as indústrias. Desta forma, trabalha integrado às universidades que já atuam no setor e às indústrias nacionais que produzem ou produzirão componentes em escala industrial. Com relação às indústrias, o referido instituto tem a missão principal de auxiliá-las na seleção das tecnologias de produto e processo a serem adquiridas no exterior, bem como na atualização dessas tecnologias.

O mercado a ser atingido é, principalmente, o dos circuitos integrados digitais para equipamentos profissionais.

Com relação às empresas estrangeiras, a posição da SEI tem sido no sentido de permitir a permanência das que atuam hoje no Brasil, sujeitas ao controle dos insumos que importam do exterior.

Assim, o governo brasileiro, através da SEI, tem trabalhado em três grandes linhas (29):

- articulação das atividades de pesquisa e desenvolvimento e coordenação dos diferentes órgãos federais envolvidos, incluindo FINEP, CNPq, Universidades Federais e Centros de Pesquisas de Empresas Estatais;

(29) CARVALHO, Miguel Teixeira de (SEI). "Evolução do Setor de Microeletrônica", in Data News, 29/01/85, pp. 16-17.

- fomento a empresas nacionais interessadas em desenvolver tecnologia de dispositivos semicondutores; e
- regulamentação das atividades das empresas que já atuam no setor.

Para a implementação do referido modelo, várias iniciativas foram tomadas, ao longo dos últimos quatro anos, com profundas repercussões sobre o perfil da indústria brasileira de semicondutores, apresentado anteriormente.

De um lado, em setembro de 1981 a SEI selecionou dois poderosos grupos empresariais nacionais^(30) (Itaú e Docas) para a fabricação de dispositivos microeletrônicos baseada na compra de tecnologia sem exclusividade. A eles foram assegurados o mercado brasileiro de circuitos integrados digitais e um conjunto de incentivos fiscais e tributários para minimizar a desvantagem inicial em relação às empresas transnacionais aqui sediadas. Além dos dois grupos selecionados, um terceiro grupo nacional (Sharp) ganhou o direito de atuar, sob as mesmas condições, no segmento sob reserva de mercado, ao comprar as instalações de produção de semicondutores da Philco, em fevereiro de 1984.

Por outro lado, o CTI já se encontra instalado e desenvolvendo um programa de pesquisa e desenvolvimento que objetiva o domínio tecnológico das diversas etapas da fabricação de componentes semicondutores, particularmente as de projeto e difusão dos dispositivos. A compra da divisão de encapsulamento de circuitos integrados da Burroughs, em abril de 1983, representou um grande avanço na capacitação do CTI, no que diz respeito à etapa de encapsulamento dos dispositivos.

(30) Entendidos como de capital e controle decisório nacionais.

É relevante ressaltar, entretanto, que a estratégia da SEI para a área de microeletrônica, apesar de claramente definida, em suas linhas gerais, desde 1980-81, apresentou enormes dificuldades para ser completamente implementada, particularmente no que diz respeito à produção em escala industrial, por parte das empresas nacionais selecionadas.

De fato, a Itau e a Docas ficaram, de março de 1982 (quando da apresentação à SEI de seus projetos para fabricação de circuitos integrados, no país) até a aprovação da Lei nº 7.232, em outubro de 1984, com seus projetos em compasso de espera, aguardando definições mais concretas por parte do governo brasileiro acerca dos incentivos a serem concedidos (apresentados como condição essencial para que pudessem deslançar seus projetos), a forma como seria feita a reserva de mercado e os prazos e os produtos sobre os quais deveriam trabalhar.

Esta situação de indefinição, que perdurou por mais de dois anos, com sérios riscos para o próprio sucesso da estratégia delineada, deveu-se, fundamentalmente, às divergências dentro do próprio governo acerca da adequação ou não da política traçada para o setor, particularmente sobre a forma em que deveria ser feita a reserva de mercado para empresas nacionais e sobre quais os incentivos que deveriam ser concedidos às mesmas.

Como foi visto, é somente em outubro de 1984 que se criam as condições para uma atuação mais concreta por parte do governo brasileiro na área de microeletrônica, com a aprovação da Lei de Informática.

V.4.4. Mudanças Recentes no Perfil da Indústria Brasileira de Semicondutores

Até 1982, a indústria brasileira de semicondutores era formada quase que exclusivamente por subsidiárias de empresas estrangeiras^(31). As iniciativas nacionais nesta indústria, até então, ou foram frustradas, como é o caso da Transit^(32), ou eram incipientes e restritas a segmentos de produtos menos complexos, como são os casos da Politronic (que iniciou suas operações em 1979) e da M.C.-Microcircuitos (que começou a operar em 1980), ambas com atuação restrita à montagem de componentes optoeletrônicos, mais especificamente diodos emissores de luz (LEDs), que são dispositivos relativamente simples de montar.

A partir de 1981-82, com o estabelecimento de barreiras à entrada ou à expansão de empresas estrangeiras e a definição de uma política de apoio às empresas de capital nacional, por parte do governo brasileiro, a indústria de semicondutores, no Brasil, registra uma nova fase na sua história, esta caracterizada pela entrada de empresas de capital nacional.

Assim, das 21 empresas operando atualmente na indústria brasileira de semicondutores, 7 são de capital nacional (ver Tabela V.4), configurando-se um quadro que contrasta fortemente com o delineado anteriormente para o período que se estende de meados dos anos sessenta até 1981-82.

Além da origem do capital, um outro elemento de con-

(31) Ver item V.1, deste capítulo.

(32) Apresentado no item V.3, deste capítulo.

TABELA V. 1

BRASIL - EMPRESAS PRODUTORAS DE COMPONENTES SEMICONDUTORES

Situação em 1984

INÍCIO DA FABRICAÇÃO DE SCs	EMPRESA	ORIGEM E CONTROLE	PRODUTOS	ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO REALIZADAS	OBSERVAÇÕES
1965	Ehrpex/Philips	Holanda	DI, Tr, CIL, CID	M, T	
1967	Semikron	Alemanha	DI Tr	D, H, T M, T	
1973	Texas	EUA	DI, Tr, Tir, LED, CIL, CID	M, T	
1973	Icotron/Siemens	Alemanha	DI, Tr, Tir, LED, CIL	M, T	
1976	Falchild	EUA	DI, Tr	M, T	
1974	Thomson-CSF	França	Tr	M, T	
1976	Philinorte/Philips	Holanda	CIL	M, T	Produz somente para exportação
1978	Sanyo	Japão	Tr	M, T	
1979	NEC	Japão	Tr, CIL	M, T	
1979	Westinghouse	EUA	DI, Tir	M, T	
1979	Polltronic	Brasil	LED	M, T	
1980	Rhom/Toyo	Japão	DI, LED	M, T	
1980	M.C.-Microcircuitos	Brasil	LED	M, T	
1981	Hitachi	Japão	DI, Tir	(n.d.)	
1981	Stevenson/Thomson	França	Tr	M, T	Produção Cativa
1981	Bosch	Alemanha	DI	M, T	Produção Cativa
1983	Aegis	Brasil	DI Tir	P, D, M, T P, D, M, T	Em implantação
1983	Heliodinâmica	Brasil	Células Fotovoltaicas Lâminas de Silício	P, D, M, T D	
1983	Itaú Componentes	Brasil	CI	P M, T D	Em operação Em implantação Planejada
1984	SID-Microeletrônica (ex-Philco)	Brasil	DI, Tr, Tir, CI	D, M, T P	Em operação Em implantação
-	Docas Microeletrônica (fundada em 1984)	Brasil	CI	P D, M, T	Em implantação Planejada

NOTAÇÕES: DI = diodos
Tr = transistores
Tir = tiristores
LED = diodos emissores de luz
CIL = circuitos integrados lineares
CID = circuitos integrados digitais

P = Projeto
D = Difusão
M = Montagem
T = Testes

FONTE: WAJNBERG, Solomon (GEICOM). The Brazilian Microelectronics and its Relationship with the Communications Industry - Possibility of International Cooperation, Maio 1985, pp. 56-59; e CARVALHO, Miguel Teixeira de (SEI). "Evolução do Setor de Microeletrônica", in Data News, 29/01/85, pp. 16-17.

traste pode ser observado e diz respeito às etapas do processo de produção realizadas (ou em fase de implantação), seja quando se compara a situação atual com a de três anos atrás, seja quando se confronta as empresas estrangeiras e nacionais atualmente em operação no país.

Até 1981-82 eram realizadas, no país, apenas as operações de montagem e testes finais de dispositivos semicondutores, com duas únicas exceções: a extinta Philco e a Semikron, que executavam, também, a etapa de difusão.

Atualmente, enquanto as empresas de origem estrangeira executam apenas os estágios de montagem e testes, à exceção da Semikron (que efetua a etapa de difusão para diodos de sinal e de potência), as empresas de capital nacional realizam (ou planejam realizar) todas as etapas do processo de fabricação de componentes semicondutores, desde o projeto até os testes finais.

Duas delas já o fazem completamente (Aegis, para diodos de sinal e de potência, e Heliodinâmica, para células fotovoltaicas) e uma terceira (a SID-Microeletrônica, do grupo Sharp) só não executa ainda a etapa de projeto, realizando já as de difusão, montagem e testes para transistores e circuitos integrados lineares.

A Itau e a Docas, por sua vez, planejam executar também todas as etapas do processo de produção de semicondutores, até porque foi com este compromisso que a SEI as selecionou para produzirem, sob a proteção de reserva de mercado, circuitos integrados digitais.

Cabe ressaltar que, além dos 7 empreendimentos privados nacionais citados, vêm sendo aplicados esforços no sentido de

contribuir para a ampliação da capacitação nacional na área de semicondutores, tanto na produção quanto no projeto destes dispositivos, por parte de dois institutos estatais de pesquisa e desenvolvimento: o Instituto de Microeletrônica, do CTI, e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento - CPqD, da TELEBRÁS. O estágio atual desses esforços pode ser observado na Tabela V.5.

Os empreendimentos nacionais, entretanto, são ainda muito incipientes e estão em fase inicial de implantação, sendo necessário, portanto, um certo período de maturação para que se consolide, de fato, uma indústria de semicondutores em bases nacionais.

TABELA V.5

BRASIL - INSTITUTOS ESTATAIS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NA
 ÁREA DE COMPONENTES SEMICONDUTORES
 Situação em 1984

INSTITUTO	PRODUTOS	ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO	ESTÁGIO ATUAL
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento - CPqD (TELEBRÁS)	CI Laser	P P,D,M,T	Em operação Em operação
Instituto de Microeletrônica (CTI)	CI	M,T P D	Em operação Em implantação Planejada

NOTAÇÕES: CI = Circuitos Integrados
 P = Projeto
 D = Difusão
 M = Montagem
 T = Testes

FONTE: WAJNBERG, Salomão (GEICOM). The Brazilian Microelectronics and its Relationship with the Communications Industry - Possibility of International Cooperation. Maio 1985, p. 60.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não se pretende apresentar, aqui, um resumo do exposto ao longo desta dissertação, mas sim levantar alguns pontos que merecem ser levados em consideração na formulação de uma política industrial para o país e que decorrem de alguns aspectos do desenvolvimento da microeletrônica, a nível internacional e no Brasil.

Em primeiro lugar, é imprescindível ter em conta que o êxito de uma política nacional que vise o desenvolvimento e consolidação de uma indústria nacional de componentes semicondutores depende fortemente de que a política industrial leve em consideração a importância que a implantação dessa indústria tem para uma maior autonomia decisória do País em relação às definições da própria política industrial. É fundamental, ainda, que essa política industrial seja estabelecida e executada de uma forma integrada, compatibilizando e articulando as políticas industriais setoriais e regionais com a política nacional de informática, em geral, e de microeletrônica, em particular.

A relevância desta compatibilização e articulação pode ser entendida a partir da observação de dois aspectos. De um lado, a tendência à convergência entre os projetos dos produtos eletrônicos finais e dos componentes microeletrônicos remete para a necessidade, como forma de garantir a autonomia decisória da própria indústria de equipamentos, de se deter o domínio do processo completo de fabricação desses componentes, do projeto à comercialização, principalmente em função da tendência ao uso nos equipamentos de circuitos integrados feitos sob encomenda.

Por outro lado, a própria viabilização de uma indús-

tría nacional de semicondutores depende, em grande medida, da articulação dessa indústria com as empresas produtoras de bens eletrônicos finais, no sentido de garantir o direcionamento da demanda dessas empresas para as empresas nacionais de componentes semicondutores.

Sem dúvida, um dos elementos essenciais para que se atinja este objetivo é a implantação de medidas que induzam à realização, no país, de projetos de produtos eletrônicos, utilizando, sempre que possível, componentes ofertados pela indústria nacional. A essencialidade da adoção de medidas neste sentido torna-se clara quando se constata que é corrente, no parque industrial brasileiro, a prática de manufaturar produtos desenvolvidos no exterior, com implicações óbvias sobre a seleção de componentes a serem utilizados. Esta é feita juntamente com o projeto de engenharia e na maior parte dos casos significa a utilização de componentes não disponíveis no Brasil, em particular de componentes do tipo "custom-made", de propriedade exclusiva das empresas autoras dos projetos, as quais têm suas fontes de suprimento nos países de origem.

Neste sentido, é fundamental que as políticas industriais, setoriais ou regionais, levem em conta, como um dos elementos prioritários na sua definição, a necessidade de se criar demanda para a indústria nacional de componentes semicondutores, como condição necessária para viabilizá-la economicamente.

Por outro lado, não parece possível e necessário que a indústria nacional de semicondutores atenda a toda a gama de produtos demandados pelo mercado interno. A política de reserva de mercado para as empresas nacionais deverá ser flexível, seletiva e concentrada, preferivelmente, nos segmentos viáveis de

circuitos integrados digitais, dada a importância estratégica deste segmento a nível internacional.

Neste contexto, deve-se enfatizar os segmentos de circuitos "custom" e "semi-custom", não apenas por sua importância crescente na arquitetura interna dos produtos, mas também por requererem escalas de produção consideravelmente menores que as enormes escalas mínimas necessárias para a produção de componentes semicondutores padronizados.

Com relação às empresas estrangeiras instaladas no país, é essencial que sejam reguladas de forma a não comprometerem o desenvolvimento e a ocupação dos espaços possíveis de mercado, por parte das empresas nacionais. Quanto às importações, é fundamental que o controle das mesmas seja feito de forma rigorosa, de modo que apenas sejam autorizadas, sem qualquer espécie de incentivo, aquelas correspondentes a produtos sem similar nacional disponível no mercado.

Outro ponto de extrema relevância diz respeito ao reconhecimento de que, sendo a microeletrônica um setor de tecnologia de ponta, requer grandes investimentos, tanto em instalações produtivas (seu processo produtivo requer equipamentos sofisticados, com nível crescente de automação), quanto em pesquisa e desenvolvimento, além de imprescindíveis gastos em formação e desenvolvimento de pessoal qualificado.

A capacitação tecnológica nesta área exige, portanto, não apenas um aporte financeiro razoável por parte dos grupos privados nacionais interessados em atuar na área, mas também participação efetiva e ativa do Estado, através de um órgão coordenador das atividades de pesquisa e desenvolvimento e de formação e aperfeiçoamento de recursos humanos, já definido na

Lei de Informática como sendo a Fundação Centro Tecnológico para Informática - CTI, vinculada ao Conselho Nacional de Informática e Automação - CONIN.

Finalmente, cabe alertar que sendo a capacitação tecnológica o objetivo primordial da Política Nacional de Microeletrônica, o sucesso desta estratégia depende fortemente de que a concessão de financiamentos, bem como de incentivos creditícios e fiscais, seja orientada para projetos de maior conteúdo tecnológico, sugerindo-se, inclusive, o incentivo ao desenvolvimento de projetos-cooperativos de pesquisa e desenvolvimento, entre empresas interessadas, e a articulação de outras formas de cooperação e relacionamento entre empresas do setor e entre estas e o Governo, como forma de viabilizar a execução de projetos de maior envergadura.

Em suma, pode-se concluir que é essencial desenvolver e consolidar uma indústria nacional de componentes semicondutores que atenda, simultaneamente, os seguintes requisitos:

- seja economicamente auto-sustentável, capacitada tecnologicamente e com autonomia decisória; e
- seja capaz de atender efetivamente às necessidades de desenvolvimento e modernização das atividades econômicas e sociais do país, projetando, fabricando e fornecendo os componentes eletrônicos semicondutores necessários a essas atividades, de forma a contribuir para uma maior autonomia tecnológica no desenvolvimento de produtos e processos.

Para tanto, é crucial que a condução da política governamental para a área de microeletrônica se faça de modo a imprimir-lhe as seguintes características:

- abrangência, no sentido de ter uma perspectiva mais ampla do complexo eletrônico como um todo, do qual a indústria de semicondutores é parte integrante e principal motor de transformações;
- flexibilidade, no sentido de adequar-se a tempo aos novos desafios que vão sempre surgindo, dado o extremo dinamismo tecnológico que caracteriza a área de microeletrônica; e
- finalmente, continuidade, sem a qual não é possível alcançar resultados positivos numa área como a de microeletrônica, que exige um longo período de maturação dos investimentos e um longo processo de aprendizado.

ANEXO I

ANEXO I

ESQUEMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE COMPONENTES MICROELETRÔNICOS

A partir de uma barra de silício puro, obtêm-se cilindros muito finos, de 100 a 150 milímetros de diâmetro. Durante o processo de fabricação são depositados sucessivamente, em cada um desses cilindros, diversas camadas de materiais que caracterizam os dispositivos microeletrônicos.

Cada camada é definida por uma máscara que, como em um processo fotográfico, indica em que regiões se deve depositar o material. A deposição é feita pela introdução do cilindro em um forno de alta temperatura onde são também introduzidos, sob a forma de gases, os materiais que se deseja depositar e que se difundem no cilindro; esta fase do processo de fabricação é, por isso, chamada de difusão.

As últimas camadas são utilizadas para depositar, também em regiões definidas por máscaras, o metal que serve para interligar os elementos internos e os contatos do componente.

Em cada cilindro pode ser fabricado, dependendo do seu diâmetro, um grande número de componentes iguais. Um só cilindro de 125 mm de diâmetro pode conter igualmente 450 memórias de 64K ou um número muito maior, 10.000, por exemplo, de componentes mais simples.

As fases seguintes do processo de fabricação são as de teste e montagem.

Os componentes são inicialmente testados ainda no

cilindro, depois são separados e colocados em uma forma especial com pinos e os contatos dos componentes interligados a esses pinos (bounding). A seguir, o componente é encapsulado e testado mais uma vez.

Em cada uma das etapas podem-se ter danificado alguns componentes.

O rendimento de uma etapa corresponde ao número de componentes que funcionam bem após a etapa, dividido pelo total de componentes que eram bons antes de submetidos à etapa. O rendimento final é portanto igual ao produto dos rendimentos intermediários e é um fator muito importante no processo de fabricação, pois caracteriza a produtividade e em consequência a economicidade do processo de fabricação. Hoje, um rendimento final de 15% na fabricação de memórias de 64K é muito bom, o que significa que das 450 memórias iniciais no cilindro apenas se aproveitam 66.

O projeto de um dispositivo de microeletrônica é a tarefa que traduz as especificações que se desejam desse componente nos desenhos das máscaras que são utilizados no processo de fabricação.

Uma vez definido o conjunto de máscaras que caracteriza um componente, podem ser feitos tantos destes quanto se desejarem (como um disco de vitrola, a partir de sua matriz). O processo de fabricação, como foi visto, não é contínuo, mas por etapas.

FONTE: RIPPER, Mário Dias. Em Questão: A Indústria Nacional de Microeletrônica, in: Revista Brasileira de Tecnologia, Brasília, v:14(2), mar/abr 1983, p. 25.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- ANCIÃES, Adolpho W. F.; KOLENKINE, Georges; CASSIOLATO, José E.; PAULA, M. Carlota S.; ZAMBONI, Sílvio P. Avaliação da Zona Franca de Manaus - Subsídios para a Formulação de uma Política Tecnológica. Brasília, CNPq/CAT, 1979.
- BAPTISTA, Margarida A. C. A Indústria Brasileira de Bens Eletrônicos de Consumo - Diagnóstico Setorial. Relatório Setorial Final do Convênio UNICAMP-Instituto de Economia/Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. Campinas, IE/UNICAMP, março 1985.
- BESSANT, J. R.; BOWEN, J. A. E.; DICKSON, K. E.; MARSH, J. The Impact of Microelectronics - A Review of the Literature. Londres, Frances Pinter (Publishers) Ltd., 1981.
- BESSANT, John. Technology and Market Trends in the Production and Application of Information Technology. UNIDO (Microelectronics Monitor nº 9 - Supplement), december 1983.
- BRAUN, Ernest and MAC DONALD, Stuart. Revolution in Miniature - The History and Impact of Semiconductor Electronics, Londres, Cambridge University Press, 1978.
- CARVALHO, Miguel Teixeira de (SEI). "Evolução do Setor de Microeletrônica", in Data News, 29/01/85.
- CHANG, Y. S. The Transfer of Technology: Economics of Offshore Assembly. The Case of Semiconductor Industry. N. York, UNITAR, 1971.
- CHUNG, Joseph S. National Policies for Developing High Technology Industries: Korea's Informatics Industry. Preparado para o Symposium on National Policies for High Technology Industries: International Comparisons, SRI International. Washington, D. C., September 12-13, 1985.

- DAVIDSON, William H. The Information Technology Sector. June 1982, (mimeo).
- DOSI, Giovanni. The Semiconductor Industry. Inglaterra, SPRU - University of Sussex, 1979 (mimeo).
- ERNST, Dieter. Restructuring World Industry in a Period of Crisis - The Role of Innovation. An Analysis of Recent Developments in the Semiconductor Industry. UNIDO, december 1981.
- ERBER, Fábio S. O Complexo Eletrônico - Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição. IEI/UFRJ, 1983.
- FREEMAN, Christopher. The Economics of Industrial Innovation, Penguin Books, 1974.
- GEICOM/DIGIBRÁS. Componentes Semicondutores, junho 1978.
- GEICOM. Plano Diretor de Semicondutores, setembro 1979.
- ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 80 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1980.
- ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 81 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1981.
- ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 82 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1982.
- ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Status 83 - A Report on the Integrated Circuit Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1983.
- ICE - Integrated Circuit Engineering Corporation. Mid-Term 1985 - Status of the IC Industry. Scottsdale, Arizona, ICE, 1985.
- LME/EPUSP. A Microeletrônica no Brasil. São Paulo, fevereiro 1979.
- MACKNIGHT, Glory. A Indústria de Semicondutores Eletrônicos - Brasil. Tese de mestrado, COPPE/UFRJ, 1982.

- MACKNIGHT, Glory e ERBER, Fábio S. A Dinâmica da Indústria de Componentes Eletrônicos Semicondutores no Brasil e no Exterior. Relatório de Pesquisa, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1983.
- PIRAGIBE, Clélia V. S. "Políticas de Desenvolvimento Tecnológico Autônomo: Um Estudo Comparativo do Setor de Computadores Brasileiro e Indiano", in Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento 2. Brasília, CNPq/UNESCO, 1983.
- RADA, J. The Impact of Micro-electronics: A Tentative Appraisal of Information Technology, ILO, Geneva, 1980.
- RADA, Juan F. Structure and Behaviour of the Semiconductor Industry, may 1982 (mimeo).
- RADA, J. The Microelectronics Revolution: Implications for the Third World.
- RADA, J. Relações Internacionais em Microeletrônica. Palestra proferida no Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC. Campinas, julho 1983.
- RADA, Juan. "Information Technology and the Third World", in FORESTER, Tom (ed.). The Information Technology Revolution. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1985.
- RIPPER, Mário Dias. "Em Questão: A Indústria Nacional de Microeletrônica", in Revista Brasileira de Tecnologia, v. 14, nº 2, mar/abr. 1983.
- SCIBERRAS, E. "The UK Semiconductor Industry", in PAVITT, Keith. Technical Innovation and British Economic Performance. Great Britain, Ashford Press Southampton, 1981, Capítulo 16.
- SEI. Relatório Final da Comissão Especial de Microeletrônica, Brasília, julho 1980.
- SEI. Microeletrônica e sua Importância, Brasília, janeiro 1981.
- SILVA, Ana Lucia Gonçalves da. A Indústria Brasileira de Componentes Eletrônicos Semicondutores. Relatório Final do Con-

vênio CNPq/UNICAMP-IFCH-DEPE. Campinas, DEPE/UNICAMP, junho 1985.

U. S. CONGRESS/Office of Technology Assessment. International Competitiveness in Electronics. Washington, OTA, november 1983.

WAJNBERG, Salomão (GEICOM). A Indústria Eletrônica Brasileira. Situação em 1982. Suplemento Telebrasil, junho 1982.

WAJNBERG, Salomão (GEICOM). Microeletrônica - Componentes Semicondutores. Balanço Econômico Industrial. Congresso da SUCESU, outubro 1982 (mimeo).

WAJNBERG, Salomão (GEICOM). The Brazilian Microelectronics and its Relationship with the Communications Industry - Possibility of International Cooperation. Estudo preparado para a UNIDO, maio 1985.

Periódicos

Boletim Informativo SEI, vários números.

Business Week, vários números.

CACEX. Comércio Exterior do Brasil. Importação - 1973/1983.

CACEX. Comércio Exterior do Brasil. Exportação - 1973/1983.

Dados & Idéias, vários números.

Data News, vários números.

Electronics, vários números.

Folha de São Paulo, vários números.

Fortune, vários números.

Gazeta Mercantil, vários números.

O Estado de São Paulo, vários números.

Revista INFO, vários números.

Revista Nacional de Telecomunicações, vários números.

Revista Senhor, vários números.

Revista Sucesu, set-out/1982.

Revista Veja, 16/11/83