

TCC/UNICAMP
L881d
IE/906



1290000906



IE

TCC/UNICAMP L881d

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE ECONOMIA

**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE
MICROELETRÔNICA NO BRASIL**

Cassia Rita de Lima Lopes

Monografia apresentada ao Instituto
de Economia da Universidade Estadual
de Campinas, sob orientação da
Professora Ana Lucia Gonçalves
da Silva

Campinas, dezembro de 1991

**CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO
INSTITUTO DE ECONOMIA
UNICAMP**

íNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA MICROELETRÔNICA.....	4
1.1. Definição.....	4
1.2. Principais Segmentos.....	4
1.3. Principais Demandantes.....	7
2. A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA EM NÍVEL INTERNACIONAL.....	10
2.1. Dimensões da Indústria.....	10
2.2. Segmentos do Mercado de Circuitos Integrados.....	11
2.3. Distribuição Setorial da Demanda.....	15
3. HISTÓRICO DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL.....	17
4. SITUAÇÃO DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL.....	27
4.1. Mercado.....	27
4.1.1. Dimensões por segmento.....	27
4.1.2. Distribuição setorial.....	30
4.2. Empresas.....	33
4.2.1. Origem do capital.....	33
4.2.2. Volume de investimentos.....	35
4.2.3. Produtos fabricados.....	36
4.2.4. Etapas do processo de produção.....	37

5. SITUAÇÃO DO SEGMENTO DE CIRCUITOS INTEGRADOS NO BRASIL.....	39
5.1. Estrutura de Mercado e Padrão de Concorrência.....	39
5.2. Mercado por Tipo de Produto.....	40
5.3. Empresas Líderes por Segmento de Mercado.....	42
5.3.1. Circuitos lineares.....	42
5.3.2. Circuitos digitais.....	43
5.3.3. Circuitos híbridos.....	44
5.4. Distribuição Setorial da Demanda.....	44
5.5. Etapas do Processo de Produção.....	45
5.5.1. Projeto.....	46
5.5.2. Fabricação.....	47
5.5.3. P&D e formação de recursos humanos.....	48
6. SITUAÇÃO DE EMPRESAS SELECIONADAS DE MICROELETRÔNICA.....	50
6.1. Itau Componentes S.A. - Itaucom.....	50
6.2. Sid Microeletrônica S.A.....	56
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
ANEXO 1 - Objetivos e Compromissos das Empresas com Projetos de Desenvolvimento e/ou Fabricação de Circuitos Integrados.....	67
ANEXO 2 - Brasil- Empresas com Atividade em Microeletrônica, 1989.....	69
BIBLIOGRAFIA.....	71

RELACÃO DE TABELAS.....74

RELACÃO DE SIGLAS.....76

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados alcançados, em termos de capacitação tecnológica, por empresas de capital nacional na área de microeletrônica, no Brasil. Tendo em vista que a implantação dessas empresas se deu a partir de 1982, a investigação proposta se circunscreverá ao período 1982-1990.

A indústria de microeletrônica é uma das principais indústrias que compõem o chamado complexo eletrônico, em particular devido à sua posição-chave de fornecedora de insumos relevantes ao conjunto deste complexo de produção. Os conhecimentos na área de microeletrônica constituem parte essencial da base técnica comum ao conjunto de indústrias do complexo eletrônico.

A indústria de microeletrônica caracteriza-se por um elevado grau de dinamismo tecnológico, de modo que seus produtos finais, isto é, os componentes microeletrônicos, apresentam ciclo de vida relativamente curto. A produção desses componentes, além de intensiva em pesquisa e desenvolvimento (P&D), requer ainda, em geral: grande volume de capital para os investimentos iniciais ou mesmo para a ampliação e atualização da capacidade produtiva; e mão-de-obra qualificada, o que aponta para a necessidade de formação e desenvolvimento de recursos humanos adequados (Porto *et alii*, 1990:25).

O complexo eletrônico, por sua vez, tem-se constituído em um dos setores mais dinâmicos da indústria em nível mundial, tanto em termos de crescimento quanto de dinamismo tecnológico.

Composto por um conjunto de indústrias de base eletrônica que atendem a um amplo espectro de usuários - tanto do interior do complexo eletrônico quanto de fora dele, tanto usuários ditos "profissionais" quanto usuários de bens de consumo final -, o desenvolvimento da produção de sistemas e produtos eletrônicos com preço e qualidade adequados mostra-se extremamente relevante para o conjunto da atividade econômica.

O complexo eletrônico constitui-se, portanto, em pólo gerador e difusor de inovações tecnológicas para o conjunto da economia (Porto *et alii*, 1990:2). Assim, na medida em que se processam avanços técnicos na área da eletrônica - em particular da microeletrônica - torna-se possível a produção de bens de capital e de produtos e serviços de consumo pessoal a custos e preços menores e com melhorias em termos de qualidade e *performance* dos mesmos (Erber, 1983:13).

O uso do termo "complexo" deriva das próprias características reveladas pelas indústrias de base eletrônica, em particular a de apresentar um alto grau de organicidade e uma unidade técnica articulada (Erber, 1983:5). São classificadas como pertencentes ao complexo eletrônico, as seguintes atividades industriais: informática

(entendida aqui como computadores e periféricos), telecomunicações, instrumentação, bens eletrônicos de consumo, equipamentos de automação industrial, eletrônica embarcada, *software* e microeletrônica.

Em suma, o estudo da indústria microeletrônica, que, como já foi referido, ocupa papel de destaque no complexo eletrônico, revela-se importante. A questão da capacitação tecnológica alcançada pelas empresas nacionais de microeletrônica apresenta, por sua vez, particular relevância, tendo em vista que sua sobrevivência e seu desenvolvimento dependem fortemente da capacidade de absorção e geração de inovações que as mesmas disponham. A importação de tecnologia, sem dúvida, é indispensável ao desenvolvimento de certa capacitação tecnológica, mas desde que devidamente articulada ao desenvolvimento local, através do investimento próprio em P&D (Porto *et alii*, 1990:16).

Embora se apresente como relevante, o tema proposto pouco tem sido estudado, haja visto a dificuldade enfrentada para obtenção de material bibliográfico mais específico.

1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA MICROELETRÔNICA

1.1. Definição

A microeletrônica é a indústria produtora de dispositivos eletrônicos miniaturizados com base em materiais semicondutores e está constituída de diversos segmentos (BNDES, 1990:42).

1.2. Principais Segmentos ¹

Os segmentos podem ser classificados segundo o tipo de produto fabricado, como segue:

a. Discretos (componente individual): incorporam uma diversidade de produtos, como transistores, diodos e tiristores.

b. Optoeletrônicos: LEDs (diodos emissores de luz), fotodiodos, fototransistores, células solares e *displays* de cristal líquido.

¹ Este item foi baseado principalmente em BNDES (1990:42-43).

c. Circuitos Integrados: compreendem uma infinidade de produtos que pelo critério funcional podem ser classificados como:

c.1. *Standards (commodities* ou "produtos de prateleira"): são caracterizados pela utilização em larga escala, apresentando várias aplicações, produção a menores custos unitários em empresas de grande porte e margens de lucro menores aos fabricantes. Incluem:

c.1.1. Memórias: destinadas ao armazenamento de informações, podendo ser:

Voláteis (*read write* ou RAMs - *Random Access Memories*): informações armazenadas não permanecem registradas quando o equipamento é desligado.

Não-Voláteis (ROMs - *Reading Only Memories* ou EPROMs - *Eraseable Programmable ROMs*): informações armazenadas permanecem registradas mesmo que o equipamento seja desligado.

c.1.2. Microprocessadores: microdispositivos que representam a Unidade Central de Processamento (UCP), operando necessariamente com outros componentes.

Microcontroladores: microdispositivos mais completos que incorporam UCP, memórias e circuitos de entrada e saída.

Microperiféricos: dispositivos que prestam função de suporte aos dois microdispositivos anteriores e aos sistemas por ele conformados.

c.1.3. Lógicos: executam funções lógicas e de acordo com suas tecnologias são classificados como TTL (*Transistor-Transistor Logic*), ECL (*Emitter-Compled Logic*) e MOS (*Metal-Oxide Silicon Logic*).

c.2. ASICs (*Aplicattion Specific ICs*): produzidos sob encomenda para aplicações específicas, podem ser:

c.2.1. Semi-encomendados (*semicustoms*): projetados ou adaptados sob circuitos básicos previamente desenvolvidos pelo usuário conforme seu interesse e representados pelo *gate arrays* e *linear arrays*.

c.2.2. Encomendados (*customs*): totalmente projetados ou especificados para atender necessidades predefinidas, permitindo otimizar o projeto e a operação do circuito integrado ao restringir suas funções somente às necessárias, englobando *standard cell* e *full custom*.

c.2.3. PLDs (*Programmable Logic Devices*): células de memória que podem ser programadas e, em alguns casos, reprogramadas pelos usuários.

Os circuitos integrados podem ainda ser classificados como: a) circuitos integrados digitais, que operam com sinais em apenas dois níveis diferentes de voltagem; b) circuitos integrados lineares, que operam com sinais contínuos ao longo de todo o circuito; c) circuitos integrados mistos, que possuem funções tanto digitais quanto lineares em um mesmo dispositivo.

Com relação à tecnologia, os circuitos integrados podem ser classificados como: a) circuitos bipolares, que permitem ganhos de velocidade, de consumo de energia e de resistência ao ambiente; b) circuitos integrados do tipo CMOS, que possibilitam maior densidade e maior custo de fabricação.

1.3. Principais Demandantes ²

A indústria de microeletrônica fornece seus produtos a várias indústrias pertencentes ao complexo eletrônico. De fato, a influência da microeletrônica no complexo eletrônico se faz presente nas indústrias de consumo, telecomunicações, informática, eletrônica embarcada e industrial (automação e robótica).

A indústria de consumo compreende aparelhos e produtos eletrônicos de venda em larga escala ao consumidor que os utiliza em sua vida doméstica. Os avanços da microeletrônica permitem a introdução de produtos diferenciados, incorporando crescentemente novas e cada vez mais sofisticadas características técnicas. Torna também possível baratear e massificar esses produtos, tornando-os de menor tamanho e peso e ainda com melhor qualidade.

² Este item foi baseado principalmente em BNDES (1990:45-47) e Scartezini (1990:4-14).

Na indústria de telecomunicações, a digitalização dos produtos do setor, possível pela introdução de dispositivos microeletrônicos, permitiu a agregação de novas funções a esses produtos e viabilizou a comunicação entre esses e outros produtos que se utilizam da mesma base técnica, em particular os de informática.

A informática é a indústria de maior conteúdo tecnológico e de maior impacto no crescimento técnico e comercial da microeletrônica. Esta permitiu a descentralização do processamento e a oportunidade de difusão de seus produtos para operadores individuais, através dos PCs, cuja inteligência se encontra nos circuitos integrados; além de viabilizar a construção de equipamentos de maior porte, muito utilizados para projetos de várias naturezas.

A eletrônica embarcada, composta de componentes de alto volume (comparável ao de consumo), é talvez um dos segmentos mais promissores para a microeletrônica, por apresentar demanda crescente e curvas de maturação de produtos e exigências tecnológicas de processo menos acentuadas quando comparadas ao setor de informática, além de representar uma oportunidade real de exportação.

Por fim, o setor industrial, entendido como automação industrial e robótica, só foi possível graças à evolução da microeletrônica que permitiu a alocação de unidades de processamento programáveis em diferentes tipos de máquinas, ampliando sua flexibilidade e agilidade. A

aplicação dos dispositivos microeletrônicos promoveu mudanças na esfera produtiva, alavancando a produtividade e a eficiência em diversos setores industriais.

2. A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA EM NÍVEL INTERNACIONAL

2.1. Dimensões da Indústria ^a

Uma das tendências tecnológicas observadas na indústria de microeletrônica refere-se à perda de importância dos componentes discretos em favor dos circuitos integrados, devido à relevância destes últimos no que se refere a maior complexidade funcional, melhor *performance* e menor custo por função desempenhada. Este fenômeno pode ser explicado pela expansão da digitalização e pode ser constatado na Tabela 1.

TABELA 1
VALOR DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE SEMICONDUTORES
1974, 1977, 1980 e 1983-1985

	(%)					
Discriminação	1974	1977	1980	1983	1984	1985
Circuitos Discretos	49,1	39,7	26,8	22,8	20,2	21,4
Circuitos Integrados	50,9	60,3	73,2	77,2	79,8	78,6
TOTAL (US\$ bilhões)	5,9	7,9	16,6	22,2	32,9	28,7

Fonte: ICE. Extraído de: Brinco (1989:71).

Os dados mais recentes, de acordo com as informações da Dataquest, apontam que o mercado mundial de semicondutores atingiu em 1989 US\$ 57.213 milhões, sendo que

^a Este item foi baseado principalmente em Marão (1990:6-28) e Brinco (1989:70-94).

82% deste total representa o segmento de circuitos integrados e 18% o segmento de circuitos discretos (Tabela 2). Dada a tendência tecnológica no sentido de uma maior integração dos componentes semicondutores, pode-se inferir que os circuitos integrados irão manter ou até mesmo ampliar esta participação.

TABELA 2
MERCADO MUNDIAL DE SEMICONDUCTORES
1989

(US\$ milhões)		
Discriminação	Total US\$	Total %
Semicondutores	57.213	100
Discretos	10.289	18
Circuitos Integrados	46.924	82
Lineares	9.390	16,4
Digitais	37.534	65
Bipolares	4.510	7,8
CMOS	33.024	57,7

Fonte: Dataquest. Extraído de: Março (1990:12).

2.2. Segmentos do Mercado de Circuitos Integrados *

Pelas razões acima descritas, que revelam a importância dos circuitos integrados, a análise deste item centrar-se-á neste segmento.

Como já mencionado, o mercado de circuitos integrados pode ser dividido em várias famílias de

* Este item foi baseado principalmente em Brinco (1989:70-94) e Silva (1985: cap. II, p. 11-51).

dispositivos, levando em conta diversas formas de classificação. Os principais critérios de classificação utilizados em nível internacional estão resumidos na Tabela 3, conjuntamente com a participação percentual de cada segmento.

TABELA 3
CIRCUITOS INTEGRADOS
PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DE CADA SEGMENTO NO TOTAL DO MERCADO
MUNDIAL, SEGUNDO OS PRINCIPAIS CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO
1983-1985

	(%)		
Classificação	1983	1984	1985
1. Segundo a forma de apresentação dos dados:			
1.1. analógico (ou linear)	24		20
1.2. digital	76		80
2. Segundo a tecnologia do processo de produção:			
2.1. bipolar (analógico ou digital)	50	41	40
2.2. MOS (digital)	50	59	60
3. Segundo a aplicação:			
3.1. memória (digital; bipolar ou MOS)	29		
3.2. microprocessador (idem)	12		
3.3. circuito lógico (idem)	35	31	
3.4. circuito linear (analógico; bipolar)	24		20
4. Segundo a forma de produção:			
4.1. produzidos em massa (produtos padronizados)	91	91	88
4.2. produzidos sob encomenda (produtos não-padronizados)	9	9	12

Fonte: ICE. Extraído de: Silva (1985:29).

As duas primeiras classificações revelam as tendências, na área de circuitos integrados, que se tem

observado em nível internacional e podem ser confirmadas na Tabela 2, quais sejam: a) importância crescente dos dispositivos digitais sobre os analógicos, que decorre da digitalização dos equipamentos; b) importância crescente dos dispositivos MOS sobre os bipolares, que deverá ampliar ainda mais sua participação futura no mercado, mas talvez de forma menos acentuada.

O terceiro critério de classificação permite evidenciar o maior segmento do mercado de circuitos integrados, o de circuitos lógicos, responsável por cerca de 35% do mercado de circuitos integrados no ano de 1983.

Os circuitos integrados admitem, ainda, uma classificação adicional, esta quanto à sua forma de produção, que pode ser padronizada ou sob encomenda, sendo que esta última ainda se subdivide em *custom*, *semicustom* e *PLDs*. Esta classificação vale, em particular, para os circuitos lógicos, já que, nos outros casos, predomina a produção de circuitos padronizados.

As estimativas para o mercado de circuitos lógicos para os anos de 1984 e 1990 são apresentados na Tabela 4. A partir desta tabela, pode-se constatar a tendência crescente da importância dos circuitos integrados não-padronizados dentro do segmento dos circuitos lógicos. Este dado expressivo decorre de dois fatos: do melhoramento da implementação de ferramentas em projetos de circuitos integrados e da evolução dos circuitos integrados como

resultado de novas necessidades do projeto de sistema que podem ser viabilizadas pelos dispositivos não-padronizados.

TABELA 4
MERCADO MUNDIAL DE CIRCUITOS LÓGICOS
1984 e 1990

(%)		
Tipos	1984	1990 (1)
Padronizados	72,44	39,20
Não-Padronizados	27,56	60,80
Custom	13,04	36,85
Semicustom	10,67	15,85
PLDs	3,85	8,10
TOTAL (US\$ bilhões)	6,75	13,57

(1) Previsão.

Fonte: ICE. Extraído de: Silva (1985:43).

Por fim, a Tabela 5 apresenta a evolução mundial do mercado de circuitos integrados não-padronizados, permitindo observar a relevância crescente dos dispositivos *custom*. Esta tendência deve-se à crescente utilização de circuitos *standard cells* (em detrimento dos dispositivos *full custom*) que têm sua tecnologia em constante amadurecimento, traduzindo maior eficiência com menor tamanho dos *chips*.

TABELA 5
MERCADO MUNDIAL DE CIRCUITOS INTEGRADOS NÃO-PADRONIZADOS
1985 e 1990

	(%)	
Tipos	1985	1990
Full Custom	36,2	28,9
Standard Cell	10,0	31,3
subtotal Custom	46,2	60,2
Gate Array	40,3	25,7
Linear Array	3,5	4,0
subtotal Semicustom	43,8	29,7
PLDs	10,0	10,1
TOTAL	100,0	100,0

Fonte: ICE. Extraído de: Brinco (1989:63).

2.3. Distribuição Setorial da Demanda

A distribuição setorial da demanda mundial por dispositivos microeletrônicos é apresentada na Tabela 6.

TABELA 6
DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DA DEMANDA MUNDIAL DE SEMICONDUCTORES
1988

Sector	%
Militar	5
Industrial	11
Telecomunicações	17
Consumo/automotiva	29
Informática	38

Fonte: Status. Extraído de: BNDES (1990:45).

A tabela aponta a importância dos segmentos de informática e de consumo/automotiva que juntos representam 67% da demanda total por componentes microeletrônicos. Cabe apenas ressaltar que esse perfil de demanda varia ao longo

do tempo e de país para país, em função do dinamismo dos diferentes setores demandantes (BNDES, 1990:46).

3. HISTÓRICO DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL ⁵

No Brasil, a indústria de microeletrônica surge, na década de 60, como decorrência do crescimento do mercado interno de bens eletrônicos de consumo e, em menor grau, do de telecomunicações. Este aumento de demanda atraiu a entrada de empresas estrangeiras fabricantes de bens eletrônicos finais, estimulando a produção local de componentes eletrônicos.

Nos anos 60, dentre as empresas que atuavam no setor de microeletrônica (Philco, Philips (Ibrape) e Semikron), duas delas (Philco e Philips) operavam no segmento de televisão preto e branco. Com o surgimento da televisão a cores no Brasil, no início dos anos 70, estas empresas alavancaram a demanda por componentes eletrônicos, a qual foi atendida por componentes de tecnologia madura nos países de origem das empresas e a partir da operação local das etapas de montagem e testes, de baixo conteúdo tecnológico.

O único esforço de implantação de uma empresa nacional de microeletrônica, até o final dos anos 70, foi o da Transit, a partir de tecnologia desenvolvida no

⁵ Este capítulo foi baseado principalmente em Silva (1985: cap. V, item V.4, p. 171-190).

Laboratório de Microeletrônica da Universidade de São Paulo (USP), visando à fabricação de componentes especiais.

A política do governo brasileiro para a área de microeletrônica, que teve início já na primeira metade dos anos 70, está inserida em uma política de abrangência mais ampla, que abarca vários segmentos da informática e que foi consagrada pela Lei de Informática aprovada pelo Congresso Nacional, em outubro de 1984.

A indústria nacional de microeletrônica vem recebendo apoio mais direto do governo brasileiro, desde o início dos anos 80, a partir da imposição de barreiras à entrada e à expansão das empresas estrangeiras e do apoio às empresas de capital nacional.

A atuação do governo brasileiro na área de microeletrônica fez-se presente, entretanto, desde o final dos anos 60, através do apoio a universidades e centros de pesquisa. Esta intervenção pode ser definida por duas fases distintas.

A primeira fase, que se estende do final dos anos 60 até 1979, caracteriza-se por uma atuação incipiente, desarticulada e restrita a áreas específicas, basicamente através do apoio às P&D nas universidades.

Neste período foram criados (e posteriormente ampliados) o Laboratório de Microeletrônica (envolvendo a USP e a Universidade de Brasília - UnB), o Laboratório de Pesquisa em Dispositivos (envolvendo a Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP), o Laboratório de Eletrônica e

Dispositivos e o Laboratório de Materiais de Grau Eletrônico (os dois últimos ligados à UNICAMP), sob o patrocínio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da empresa estatal Telecomunicações Brasileiras S.A. (TELEBRÁS). Também foi estabelecido um convênio entre o Grupo Executivo Interministerial de Componentes e Materiais (GEICOM) e a Empresa Digital Brasileira S.A. (DIGIBRÁS) que forneceu subsídios às autoridades brasileiras para elaboração de uma política para os componentes microeletrônicos, na medida em que resultou na elaboração de um relatório sobre o setor a respeito de políticas relativas ao mercado, à indústria e às atividades de P&D, baseado em pesquisas junto às empresas produtoras e universidades brasileiras, na experiência de outros países e em opiniões de técnicos, principalmente as expressas no Iº Seminário sobre Componentes Eletrônicos (COMPEL), o qual delineou uma política para componentes eletrônicos, em geral, e teve a participação de órgãos do governo, da comunidade acadêmica e de empresas nacionais produtoras e usuárias.

Assim, entre o final dos anos 60 e 1979, foi possível, através do GEICOM, a elaboração de estratégias informais para a produção e comercialização de componentes eletrônicos e a formação de recursos humanos e de suporte científico-tecnológico.

Na segunda fase, a partir de 1979, com a criação da Secretaria Especial de Informática (SEI), a atuação do governo caracteriza-se por apresentar uma estratégia mais integrada e abrangente.

Através do Decreto nº 84.067 de 08 de outubro de 1979, criou-se a SEI com o objetivo de assessorar na formulação da Política Nacional Informática (PNI) e coordenar sua execução tendo em vista o desenvolvimento científico e tecnológico no setor. Neste contexto, foi criada a Comissão Especial de Microeletrônica (CEM), através da Portaria nº 002 de 14 de março de 1980, com a finalidade 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" (Silva, 1985:177). Em julho de 1980, a CEM publica um relatório onde constam a política e as diretrizes específicas para o setor, principalmente o segmento de circuitos integrados digitais e optoeletrônicos.

Em março de 1981, pelo Decreto nº 85.790 de 06 de março de 1981, acrescenta-se à SEI as funções de orientar, planejar, supervisionar e fiscalizar a coordenação da pesquisa, desenvolvimento e produção de componentes eletrônicos, bem como de seus insumos. Em suma, à SEI cabe a tarefa de elaborar e executar o Plano Nacional de

Microeletrônica, de modo que se passa a dispor de um plano específico e explícito para a área de microeletrônica.

Em setembro de 1981, através do comunicado nº 04/81, publicado no Diário Oficial de 08 de setembro de 1981, a SEI selecionou grupos nacionais para a produção de circuitos integrados digitais sob reserva de mercado, com seis meses para apresentar seus projetos. Os grupos selecionados foram a Cia. Docas de Santos, através da Elebra Microeletrônica, e a Itausa, através da Itau Componentes, e a estes foram garantidos o mercado e incentivos fiscais e tributários. Cabe esclarecer, entretanto, que a concessão de incentivos sofreu atrasos sucessivos, a começar pela definição das regras para sua aplicação, que apenas foram definidas a partir do Decreto-Lei nº 92.187 de 20 de dezembro de 1985, atrasando os programas de investimento no setor.

Em dezembro de 1982, com o Decreto nº 88.010 de 30 de dezembro de 1982, foi criado o Centro Tecnológico para a Informática (CTI), para promover o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica no setor de informática. No caso específico da área de microeletrônica, um dos objetivos é o de contribuir para o domínio tecnológico das diversas etapas de fabricação dos componentes eletrônicos, através do estabelecimento de infra-estrutura indispensável à realização de projetos de circuitos integrados, fabricação de máscaras e difusão de componentes.

Por fim, em outubro de 1984, a intervenção do governo na área de informática é legitimada pela Lei nº 7.232 de 29 de outubro de 1984. Com a aprovação da PNI se concretiza um plano de desenvolvimento das atividades de informática, em geral, bem como das atividades ligadas à microeletrônica, em virtude de sua posição estratégica, criando condições para a implantação e o desenvolvimento da indústria nacional de microeletrônica através da reserva de mercado (por oito anos) para a produção por empresas nacionais de componentes eletrônicos e insumos de grau eletrônico, via controle de importações e análise de projetos de desenvolvimento e produção, bem como através de incentivos fiscais e tributários para projetos, desenvolvimento e produção. As atividades de microeletrônica ficam definidas como atividades de informática (Marão, 1990:75).

Em síntese, os objetivos, as estratégias e os instrumentos da PNI podem ser sintetizados como segue (Silva, 1986: cap. III, item III.2, p. 53-83)

a) O modelo determinado para a área de microeletrônica baseia-se em uma estreita articulação entre a indústria, os centros estatais de P&D e os laboratórios universitários. A atuação conjunta entre empresas nacionais produtoras, universidades e institutos estatais de P&D e empresas usuárias de componentes foi explicitada no I Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova República - 1986/1989 (PND/NR) e, de forma mais detalhada, no I Plano Nacional de Informática

e Automação - 1985/1987 (PLANIN), onde constam diretrizes e metas para a microeletrônica em concordância com a Lei de Informática e se estabelecem estratégias, instrumentos e recursos para que os objetivos sejam efetivados.

b) Os objetivos são os de criar condições para que seja possível uma indústria nacional de microeletrônica auto-sustentável economicamente e capacitada tecnologicamente com autonomia decisória e também que atenda ao desenvolvimento e à modernização das atividades econômicas sociais do país, projetando, fabricando e fornecendo produtos a preços e qualidade adequados.

c) Para isto, no I PLANIN estavam previstas estratégias integradas de criação de infra-estrutura em P&D e de formação e desenvolvimento de recursos humanos, além de incentivos a realização projetos que utilizem os componentes eletrônicos produzidos por empresas nacionais.

d) A consecução destas estratégias se faz por instrumentos e recursos também determinados no I PLANIN, principalmente: reserva de mercado de componentes eletrônicos e insumos de grau eletrônico para as empresas nacionais; incentivos fiscais e tributários para projetos de pesquisa, desenvolvimento e produção em segmentos considerados mais viáveis às condições do país; e financiamentos diretos e indiretos para investimento em capital fixo e formação, treinamento e aperfeiçoamento de recursos humanos.

Finalmente, cabe apontar que, apesar de a seleção das empresas nacionais ter ocorrido em 1981, foi somente a partir de 1986 que o Conselho Nacional de Informática e Automação (CONIN) - órgão responsável pela elaboração da PNI - aprovou os projetos das empresas nacionais, que solicitavam incentivos fiscais, especificando prazos, compromissos, isenções fiscais e definindo obrigações (ver Anexo 1).

Os projetos apresentados pelas empresas nacionais, visavam à capacitação e à autonomia no ciclo da microeletrônica, ou seja, projeto, processamento físico-químico, produção, encapsulamento, montagem e testes. O grupo Itaiú, apesar de não ter recebido resposta a seu projeto, implantou por conta própria uma instalação piloto de encapsulamento, teste e projeto, que entrou em produção em 1984. Do mesmo modo, a Sid Microeletrônica, ao absorver a Phibrase, reoperacionou as linhas de difusão, montagem e teste de circuitos integrados lineares e componentes discretos daquela unidade; adicionalmente, passou a contar com a sua coligada Vértice Sistemas Integrados para a área de projetos de circuitos integrados.

Face ao clima de incerteza anterior à aprovação da Lei de Informática e à demora da regulamentação destes incentivos fiscais, os investimentos realizados pelas empresas foram bastante tímidos. Apesar disto, estes elementos foram responsáveis pela implantação e início do crescimento da indústria nacional de microeletrônica no

país. Os resultados alcançados serão analisados nos capítulos seguintes.

Apesar dos sucessivos atrasos na completa implementação da política para a área de microeletrônica, cabe registrar que o caráter estratégico da microeletrônica foi reafirmado no II PLANIM - aprovado em maio de 1991 pelo Congresso Nacional - através de diretrizes específicas, tais como (BNDES, 1990:75):

- o governo estimulará a progressiva implantação da indústria de componentes microeletrônicos, podendo envolver as etapas de projeto, fabricação de máscaras, processamento físico químico, montagem, ensaios e homologação de componentes, comercialização e uso (ciclo completo), tendo em vista garantir a capacitação tecnológica e a competitividade dos diversos setores do complexo eletrônico;
- o governo deverá estruturar um programa integrado de P&D e de formação de recursos humanos voltado para a capacitação tecnológica da indústria, envolvendo universidades, centros de pesquisa e empresas;
- será estimulado o uso crescente de componentes de microeletrônica projetados e manufaturados no Brasil, com qualidade e preço compatíveis com os praticados em nível internacional, na produção e comercialização de bens em geral, particularmente através da articulação das políticas para os setores que compõem o complexo eletrônico (informática, telecomunicações, automotivo, eletrônica de consumo e de entretenimento), ou seja, todos os setores que

se utilizam da eletrônica para criar, complementar ou melhorar produtos e serviços.

4. SITUAÇÃO DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL

4.1. Mercado

O grande problema que se apresenta ao estudar a indústria de microeletrônica no Brasil é a não disponibilidade de informações acerca de variáveis relevantes. Além disso, no caso dos dados disponíveis, estes apresentam, freqüentemente, incompatibilidade entre si.

4.1.1. Dimensões por segmento *

De acordo com dados da SEI, o mercado ⁷ de microeletrônica em 1988 foi de aproximadamente US\$ 271 milhões, contrastando com um montante em 1987 em torno de US\$ 188 milhões, o que representa um crescimento de 45%. Já em 1990, o total da comercialização líquida de componentes microeletrônicos somou US\$ 262 milhões. Este resultado representa um decréscimo em torno de 30% com relação ao ano de 1989 que apresentou uma comercialização líquida de US\$

* Este subitem foi baseado principalmente em SCT (1991:85-90).

⁷ Medido pelo conceito de comercialização líquida (comercialização bruta menos impostos).

389 milhões. Entre 1988 e 1989, a comercialização líquida do segmento de microeletrônica cresceu 43%, refletindo as condições extremamente favoráveis para o mercado de microeletrônica em 1989. No ano de 1990, em virtude dos números desfavoráveis apresentados pela economia brasileira em geral, com a retração econômica, o patamar atingido retroagiu àquele observado no ano de 1988 (Tabela 7).

TABELA 7
BRASIL - COMERCIALIZAÇÃO LÍQUIDA EM MICROELETRÔNICA
1988-1990

(US\$ milhões)

Categoria de Produtos	1988	1989	1990
Componentes Discretos	121,227	153,023	121,176
%	45,2	39,6	46,3
Circuitos Integrados	139,581	220,727	128,356
%	52,0	57,2	49,1
Outros	7,568	12,294	12,057
%	2,8	3,2	4,6
TOTAL de Produtos	268,417	386,043	261,590
Receitas Diversas	2,827	3,008	0,536
TOTAL do Segmento	271,244	389,051	262,126

Fonte: SEI/SEP/DEM. Extraído de: SCT (1991:89).

O resultado mais expressivo foi apresentado pelo segmento de circuitos integrados, que respondeu por mais da metade do total da comercialização líquida de componentes microeletrônicos em 1988 e 1989 e por um pouco menos (49%) em 1990, ano em que o valor da comercialização ficou em US\$ 128 milhões. Entre os anos de 1988 e 1989, o segmento de circuitos integrados cresceu a uma taxa de quase 60%, invertendo-se em 1990 quando as vendas caíram 42%.

Já o segmento dos componentes discretos foi responsável por cerca de 45% do mesmo montante em 1988 e por aproximadamente 40% em 1989. Em 1990, esta categoria totalizou US\$ 121 milhões, equivalendo a 46% da comercialização deste mercado. A taxa de crescimento registrada no período de 1988 a 1989 foi de 26%; entretanto, em 1990, as vendas diminuíram 21%.

Na categoria de "outros", que inclui *displays* de cristal líquido, fibras óticas, lâminas e outros, constatou-se um crescimento de 62% das vendas de 1988 a 1989. No ano de 1990, o volume de negócios desta categoria ficou na mesma faixa do ano anterior.

De acordo com os critérios do GEICOM, o mercado brasileiro de semicondutores apresenta valores diferentes, conforme pode-se observar na Tabela 8. No que se refere ao segmento de circuitos integrados, este atingiu em 1988 US\$ 394 milhões, sendo que 46,7% foi atendido por circuitos integrados produzidos localmente. Já o segmento de componentes discretos, no mesmo ano, alcançou um patamar superior em relação aos circuitos integrados, perfazendo um total de US\$ 456 milhões (BNDES, 1990:69-70).

TABELA 8
BRASIL - MERCADO DE MICROELETRÔNICA
1987 e 1988

(US\$ milhões)

Discriminação	1987	1988
Circuitos Integrados Locais	114	184
Circuitos Integrados Importados	228	210
Circuitos Integrados Totais	342	394
Discretos Locais	(*)	(*)
Discretos Importados	(*)	(*)
Discretos Totais	396	456
Outros	(*)	(*)

(*) Dados não disponíveis.

Fonte: GEICOM. Extraído de: BNDIES (1990:70).

A taxa anual composta de crescimento do mercado brasileiro de semicondutores para os próximos dez anos é estimada em 20% - superando a taxa composta de crescimento prevista para o mercado mundial (14%) - e baseia-se na aceleração da difusão da microeletrônica em segmentos como telecomunicações, automóveis e eletrodomésticos, nos próximos anos (Scartezini, 1990:26-30).

4.1.2. Distribuição setorial ^a

A participação de cada um dos principais setores demandantes de componentes microeletrônicos compreende três

^a Este subitem foi baseado principalmente em SEI (1989:72-73) e SCT (1991:86-88).

grandes categorias: governo, comércio e indústria e está expresso na Tabela 9.

TABELA 9
BRASIL - DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DA DEMANDA DE COMPONENTES
MICROELETRÔNICOS
1987

Setor		%
Governo		3,35
Comércio		13,70
Indústria	Informática	22,60
	Telecomunicações	10,02
	Entretenimento	35,87
	Outras	14,46

Fonte: SEI/SEP/DEM. Extraído de: SEI (1989:73).

A análise da tabela revela que a categoria indústria se apresenta como a maior demandante deste mercado, respondendo por quase 83% do total. Dentro desta categoria, o segmento mais expressivo é o de entretenimento, participando com cerca de 36%, seguido do segmento de informática, com 23% do mercado. Cabe esclarecer que os 14% com relação às outras indústrias diz respeito às vendas para o segmento de eletrônica industrial e automotiva.

Adicionalmente, cabe ressaltar que, se for considerada a origem de capital das empresas de microeletrônica, há uma profunda distinção na distribuição setorial da comercialização desses componentes, particularmente no que se refere à distribuição dos produtos dentre os subsetores industriais, conforme pode ser observado nas Tabelas 10 e 11.

TABELA 10
BRASIL - DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DA DEMANDA DE COMPONENTES
MICROELETRÔNICOS
EMPRESAS NACIONAIS
1988 e 1989

(%)

Setor	1988	1989
Governo	3,6	2,7
Comércio	11,4	10,8
Indústria	45,9	50,8
Informática	10,9	8,5
Telecomunicações	8,6	8,6
Entretenimento	19,6	18,6
Outras		

Fonte: SEI/SEP/DEM. Extraído de: SCT (1991:87).

TABELA 11
BRASIL - DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DA DEMANDA DE COMPONENTES
MICROELETRÔNICOS
EMPRESAS ESTRANGEIRAS
1988 e 1989

(%)

Setor	1988	1989
Governo	0,1	0,1
Comércio	15,3	19,3
Indústria	11,7	15,8
Informática	18,2	14,5
Telecomunicações	40,5	37,1
Entretenimento	14,2	13,2
Outras		

Fonte: SEI/SEP/DEM. Extraído de: SCT (1991:87).

De fato, tanto as empresas nacionais quanto as estrangeiras destinaram cerca de 85% da sua produção para o setor industrial, com certo declínio apenas em 1989 para as empresas estrangeiras. No entanto, enquanto as empresas nacionais destinam seus produtos, em mais da metade do valor consumido pela indústria, ao setor de informática, as

empresas não-nacionais voltam-se para a indústria de entretenimento (SCT, 1991:87).

4.2. Empresas *

4.2.1. Origem do capital

Até 1979, o mercado nacional de microeletrônica era atendido por importações e por empresas estrangeiras que possuíam atividades produtivas no país, pois não haviam empresas de capital nacional. A única exceção no esforço de implantação de uma empresa nacional foi a Transit, mas que acabou encerrando suas atividades face a dificuldades de naturezas diversas.

Com a definição da política para o segmento de microeletrônica - no âmbito da PNI e, posteriormente, do I PLANIN - criaram-se condições para o surgimento e fortalecimento de empresas nacionais no segmento, o que permitiu o aumento da participação destas no mercado.

Assim, com base no Anexo 2, em 1989, pode-se observar a presença de 28 empresas operando na indústria de semicondutores. Dessas, 14 já haviam recebido incentivos fiscais da Lei de Informática, caracterizando-se como

* Este item foi baseado principalmente em: SEI (1990: cap. 2, p. 31-37), SEI (1989:71-81) e SCT (1991:85-93).

empresas brasileiras de capital nacional, o que configura uma situação fortemente contrastada com a delineada para o período anterior. O setor de microeletrônica no país está, em termos de mercado e do ponto de vista da fabricação local, cerca de 50% em mãos do capital nacional (Scartezini, 1990:34-35).

As empresas brasileiras de capital nacional têm, progressivamente, ao longo dos últimos anos, ocupado fatias maiores desse mercado detendo cerca de 60% da comercialização líquida no ano de 1988 contra 54% e 52%, respectivamente nos dois anos anteriores. Dessas empresas, as que mais se destacam são a Sid Microeletrônica e a Itau Componentes que, juntas, respondem por mais da metade da comercialização líquida dessa categoria, correspondendo a 58% desse montante em 1988.

Dados mais recentes da SEI (Tabela 12) apontam, para o ano de 1990, que 62% da comercialização líquida do setor, ou seja, US\$ 162 milhões foram provenientes das empresas de capital nacional e 38% das empresas estrangeiras. As vendas das empresas estrangeiras foram as que mais se retraíram, reduzindo a comercialização líquida em 35% no período de 1989 a 1990, após obterem um crescimento de 37% entre 1988 e 1989. Para as empresas nacionais, os resultados no período 1989-90 também foram desfavoráveis, na medida em que apresentaram queda da comercialização líquida em torno de 30%.

TABELA 12
BRASIL - COMERCIALIZAÇÃO LÍQUIDA EM MICROELETRÔNICA
1988-1990

(US\$ milhões)

Tipo de Empresa	1988	1989	1990
Empresa Nacional	158,428	234,277	162,233
Empresa Estrangeira	112,816	154,774	99,893
TOTAL	271,244	389,051	262,126

Fonte: SEI/SEP/DEM. Extraído de: SCT (1991:85).

Em 1990, as cinco empresas que mais se destacaram em termos de comercialização líquida foram: Sid Microeletrônica, Itaucom, Philips do Brasil, Semikron e Philips do Nordeste, com pouco mais de 60% deste mercado, conforme Tabela 13.

TABELA 13
BRASIL - PARTICIPAÇÃO DE MERCADO DAS PRINCIPAIS EMPRESAS DE
MICROELETRÔNICA
1990

Empresa	Origem	Comercialização Bruta % sobre o total
Sid Microeletrônica	Brasil	21,5
Itaucom	Brasil	14,7
Philips do Brasil	Holanda	9,7
Semikron	Alemanha	8,9
Philips do Nordeste	Holanda	7,9
Texas	EUA	7,2
Fairchild	EUA	3,5
Elebra Componentes	Brasil	3,3
Outras		23,3

Fonte: SEI/SEP/DEM. Extraído de: SCT (1991:86).

4.2.2. Volume de investimentos

O volume de investimentos aplicados nas atividades das empresas de microeletrônica foi da ordem de US\$ 39 milhões em 1987 e US\$ 45 milhões em 1988 (SEI, 1989:72). A Semikron apresentou o maior volume de investimentos, o equivalente à 43% do montante total investido em 1988, e a cerca de 23% do mesmo montante em 1987. É seguida da Itai Componentes, que mais que duplicou o investimento realizado no ano de 1987 correspondendo a 18% daquele valor em 1988, e da Sid Microeletrônica que manteve o percentual investido em torno de 17% do total para os dois exercícios.

--

4.2.3. Produtos fabricados

Até o final dos anos 70, a produção local de componentes semicondutores concentrava-se em dispositivos discretos e, em menor escala, nos circuitos integrados lineares.

Desde então, observou-se uma ampliação do leque de produtos fabricados localmente (Anexo 2), como resultado não apenas do início da produção de circuitos integrados digitais por parte das empresas nacionais, mas também pela introdução de outros produtos, tais como: LEDs, fibras óticas, dispositivos de cristais líquidos, etc.

Os dados mais recentes da SCT (1991:91) indicam que as empresas de capital nacional operam nos segmentos de circuitos integrados e de componentes discretos englobando

uma gama diversificada de produtos, além de atuar também no segmento dos optoeletrônicos. Já as empresas estrangeiras atuam no segmento de dispositivos discretos e, em menor grau, no de circuitos integrados, onde produzem apenas circuitos lineares e digitais lógicos.

4.2.4. Etapas do processo de produção

Até o final da década de 70, período de predomínio das empresas estrangeiras, a produção local de semicondutores restringia-se à etapa de montagem e testes de componentes importados sob a forma de pastilhas, não sendo executada aqui a etapa de produção propriamente dita (difusão), que é exatamente a etapa mais importante do ciclo de produção. As filiais de empresas estrangeiras não tinham capacidade local de projeto de circuitos integrados de silício e dos demais componentes semicondutores que montavam. Cabe destacar duas exceções: a Philco e a Semikron, que implantaram a linha de processamento físico-químico, embora não contemplando os circuitos integrados digitais, o que refletia o perfil do mercado brasileiro na época, basicamente voltado para a eletrônica de consumo, onde ainda predominavam as técnicas de eletrônica linear.

A situação do país quanto à produção de componentes microeletrônicos em 1989 é ilustrada no Anexo 2. Pode-se constatar que: a) as empresas estrangeiras continuaram realizando apenas as etapas de montagem e testes; b) o

segmento de empresas nacionais, além da montagem e testes, adquiriu capacidade de projeto de optoeletrônicos, discretos e de circuitos integrados. Com relação à etapa de processamento físico-químico, no geral estas empresas capacitaram-se no segmento de optoeletrônicos e discretos, existindo apenas uma empresa nacional, a Sid Microeletrônica, que contempla a etapa de difusão no segmento de circuitos integrados lineares (em tecnologia bipolar).

5. SITUAÇÃO DO SEGMENTO DE CIRCUITOS INTEGRADOS NO BRASIL

O segmento de circuitos integrados é o mais relevante na indústria de microeletrônica ¹⁰, tanto pela dimensão de seu mercado - em particular, devido à sua importância na produção de vários equipamentos de informática nacional - como pelo conteúdo tecnológico de seus componentes. Por esta razão, este capítulo trata especificamente do segmento de circuitos integrados.

5.1. Estrutura de Mercado e Padrão de Concorrência ¹¹

Como foi visto no Capítulo 2, o universo dos circuitos integrados tem se desenvolvido em dois conjuntos básicos. De um lado, os circuitos de uso geral, como memórias, fabricados em linhas de grande porte e comercializados como *commodities*. De outro lado, o conjunto de circuitos integrados de aplicação específica (ou ASICs),

¹⁰ Como foi visto no Capítulo 4, a comercialização líquida de circuitos integrados totalizou US\$ 128 milhões, em 1990, o correspondente a 49% do total de componentes microeletrônicos.

¹¹ Este item foi baseado principalmente em BNDES (1990:70).

projetados e construídos sob encomenda de fabricantes de equipamentos eletrônicos.

Com relação ao segmento de ASICs, a grande dificuldade para se ampliar o mercado brasileiro é a falta de capacitação na engenharia de projeto de circuitos integrados por parte das empresas instaladas no país. A maior parte destas empresas são multinacionais ou *joint ventures*, que importam circuitos integrados e não possuem domínio local do projeto de seus produtos (em geral, desenvolvido pela matriz), não apresentando, assim, capacidade de especificar seus circuitos integrados.

Já no segmento de *commodities*, as barreiras à entrada são maiores, dadas as exigências de escalas muito elevadas de produção, que só se tornam possíveis com vendas dirigidas ao mercado internacional. As empresas deste setor atuam conforme o modelo empresarial internacional, em que a capacidade de projeto e de produção é vista como estratégica enquanto instrumento de concorrência nos outros setores do complexo eletrônico em que atuam.

5.2. Mercado por Tipo de Produto ¹²

¹² Este item foi baseado em SCT (1991:88-92).

A Tabela 14 apresenta a distribuição do mercado brasileiro de circuitos integrados por tipo de produto, no período 1988-1990.

TABELA 14
BRASIL - VALOR LÍQUIDO DA COMERCIALIZAÇÃO DE CIRCUITOS
INTEGRADOS POR TIPO DE PRODUTO E SEGUNDO O TIPO DE EMPRESA
1988-1990

(US\$ milhões)			
Produtos	1988	1989	1990
a) TOTAL			
Linear	44,189	53,751	44,681
Digital-lógica e PAL (*)	24,391	50,387	19,296
Digital-memória	53,447	82,361	43,314
Digital-MPUs, periféricos, etc.	11,750	21,325	12,109
Digital-ASICs	3,314	7,111	4,147
Híbrido	2,489	5,791	4,810
TOTAL	139,581	220,727	128,356
b) Empresas Brasileiras de Capital Nacional			
Linear	12,595	18,583	17,521
Digital-lógica e PAL (*)	12,595	16,807	8,364
Digital-memória	53,447	82,361	43,314
Digital-MPUs, periféricos, etc.	11,750	21,325	12,109
Digital-ASICs	3,314	7,111	4,147
Híbrido	2,489	5,791	4,810
TOTAL	96,191	151,979	90,265
c) Empresas Brasileiras			
Linear	31,594	35,168	27,160
Digital-lógica e PAL (*)	11,796	33,580	10,931
TOTAL	43,390	68,748	38,092

(*) TTL, CMOS, etc.

Fonte: SEI/SEP/DEP. Extraído de: SCT (1991:89-91)

Em 1989, a comercialização líquida de circuitos integrados cresceu significativamente em relação ao ano anterior. Esta tendência inverteu-se em 1990, quando as

vendas caíram 42%, superior inclusive à queda observada para o conjunto da microeletrônica (32%).

Com base nas informações da Tabela 14, observa-se que o mercado de circuitos integrados, no período 1988/90, esteve distribuído como segue:

Linear	29,2%
Digital	68,1%
Lógica e PAL	19,2%
Memória	36,7%
MPU, perif.	9,2%
ASIC	3,0%
Híbrido	2,7%

As empresas brasileiras de capital nacional responderam por 70% do total faturado no mercado de circuitos integrados em 1990 (Tabela 14). A análise por segmento, com identificação das empresas líderes, é apresentada a seguir.

5.3. Empresas Líderes por Segmento de Mercado ¹³

5.3.1. Circuitos lineares

Com participação de 29,2% do mercado de circuitos integrados no período 1988/90, os dispositivos lineares correspondem ao segundo maior mercado de circuitos em termos de valor comercializado. A liderança deste mercado, que apresenta grande número de empresas atuantes (ver Anexo 1),

¹³ Este item foi baseado em SCT (1991:88-92).

é da Philips do Nordeste, Sid Microeletrônica e Philips do Brasil (ex-Ibrape), que realizaram juntas mais de 80% da comercialização deste segmento.

Com base nas informações da Tabela 14, observa-se que as empresas brasileiras de capital nacional respondem por 39% da comercialização desta categoria de produto.

5.3.2. Circuitos digitais

O mercado de circuitos integrados digitais respondeu, no período 1988/90, por 68,1% dos circuitos comercializados, sendo que as empresas brasileiras de capital nacional respondem por 86% da comercialização desta categoria de produto (conforme informações da Tabela 14).

Dentro do mercado de circuitos integrados digitais, as memórias responderam pela maior parcela deste mercado, correspondendo a 36,7% do total do valor das vendas no período de 1988/90. Para este resultado concorreu a escassez de memórias no mercado mundial no ano de 1988, ao abrir oportunidades para empresas que atuam no país. As duas empresas que mais se destacam neste segmento são: Itaucom e Sid Microeletrônica que, no período de 1988 a 1989, responderam juntas por 90% da comercialização desta área.

Quanto aos circuitos integrados digitais lógicos e PAL, foram os mais representativos em termos de unidades de circuitos comercializados, com metade do total desta

categoria nos últimos três anos ¹⁴. Em termos de valor, este segmento respondeu por 19,2% do mercado de circuitos integrados no período 1988/90. As empresas que mais se destacaram neste segmento foram: Texas, Itaucom, Sid Microeletrônica e Philips do Nordeste, respondendo juntas por 98% do total comercializado.

Com base nas informações da Tabela 14, pode-se apontar a participação das empresas nacionais, em cada uma das categorias de produtos digitais: lógica e PAL - 43%; memória - 100%; microprocessadores e periféricos - 100%; e ASICs - 100%.

5.3.3. Circuitos híbridos

O segmento de circuitos híbridos respondeu, no período 1988/90, por 2,7% do total de circuitos comercializados, sendo que as empresas brasileiras de capital nacional responderam pela totalidade dessa comercialização (Tabela 14).

5.4. Distribuição Setorial da Demanda

¹⁴ Para informações sobre quantidades comercializadas no período 1988/90, ver SCT (1991:89-91).

A participação de cada um dos principais setores demandantes de circuitos integrados, segundo os últimos dados levantados, pelo GEICOM, está expressa na Tabela 15.

TABELA 15
BRASIL - DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DA DEMANDA DE CIRCUITOS
INTEGRADOS
1987

Setor	%
Telecomunicações	12,1
Informática	30,6
Eletrônica de consumo	31,7
Outros setores da eletrônica	4,1
Diversos	21,5

Fonte: GEICOM. Extraído de: BNDES (1990:69).

A análise da tabela revela a relevância dos segmentos de eletrônica e de informática na demanda de circuitos integrados. No entanto, 35% dos circuitos demandados pela eletrônica de consumo são supridos por importações, face às facilidades que são encontradas na Zona Franca de Manaus. Adicionalmente, cabe apontar que 50% do consumo total são obtidos por meio de contrabando, o que acaba reduzindo a participação da produção local (BNDES, 1990:69).

5.5. Etapas do Processo de Produção ¹⁵

¹⁵ Este item foi baseado principalmente em: SEI (1990: cap. 3, p. 47-50) e *Dados e Idéias*, julho de 1985, p. 65.

Muitas empresas nacionais estão plenamente capacitadas econômica e tecnologicamente para produzir diferentes tipos de componentes, porém, o grande desafio é a fabricação de circuitos integrados.

Esse produto exige alta tecnologia, máquinas sofisticadas e ambientes de produção rigidamente controlados. A fabricação de um circuito integrado envolve três fases: a de projeto, a de processo e a de montagem e testes.

A etapa de projeto compreende basicamente a definição física dos elementos básicos que irão compor o circuito e a elaboração das máscaras que serão usadas na sua fabricação. Já a fase do processo de produção correspondente à difusão propriamente dita do *chip* (que consiste na implementação dos elementos básicos numa lâmina de silício) está dividida em três subetapas: oxidação, fotolitografia e metalização. As etapas de montagem e teste, por sua vez, como os próprios nomes indicam, referem-se ao encapsulamento dos *chips* (agrupá-los na forma de circuitos impressos) e à validação da sua funcionalidade.

5.5.1. Projeto

Existe capacidade de projeto, ainda que em diferentes níveis, em empresas nacionais, centros de pesquisa e universidade. No âmbito quantitativo, esta

capacidade é considerada pequena, face às necessidades crescentes do país. Contudo, no âmbito qualitativo, esta capacidade tem sido suficiente para atender às necessidades do país e até tem permitido a execução de projetos sob encomenda para empresas no exterior, de economias industrialmente avançadas. A capacidade inclui a maior parte das técnicas e das tecnologias de processamento físico-químico usadas à nível internacional.

Depois de elaborado o projeto, as máscaras para as etapas de processamento físico-químico são encomendadas no exterior, porque ainda não há possibilidade de fabricação local. Através dessas máscaras, os circuitos integrados bipolares podem ser confeccionados fisicamente no país e os circuitos integrados digitais tipo MOS devem ser encomendados às linhas de processamento físico-químico no exterior. A montagem e os testes são feitos no país. O tempo de prototipagem (obtenção dos protótipos dos circuitos integrados projetados a partir das máscaras) é considerado muito grande o que acaba inibindo as possibilidades de atuação no mercado de ASICs (circuitos integrados projetados sob encomenda).

5.5.2. Fabricação

A produção local compreende as etapas de processamento físico-químico, montagem, testes e identificação executadas no todo ou em parte no país.

Quanto às empresas nacionais, no que se refere aos circuitos integrados, uma empresa - a Sid Microeletrônica - possui a linha de fabricação (processamento físico-químico, montagem e testes) de circuitos integrados bipolares lineares. Já as empresas não-nacionais, não formalizaram a apresentação de projeto industrial com relação ao processamento físico-químico de circuitos integrados e atuam apenas na etapa de montagem e teste.

As linhas de montagem nas empresas nacionais oferecem encapsulamento em plástico e o CTI oferece encapsulamento cerâmico. As linhas de produtos oferecidos pelas empresas nacionais abrangem tecnologia MOS e tecnologia bipolar (permitindo o processamento local de ASICs que se utilizem desta tecnologia).

5.5.3. P&D e formação de recursos humanos

Os laboratórios universitários são escassos e contam com equipamentos obsoletos e insuficiência de pessoal para atender às necessidades de formação de recursos humanos e para desenvolver tecnologias competitivas. A principal causa disto é a descontinuidade e o pequeno volume de recursos de apoio.

Isto acarreta um resultado negativo com relação à área de projetos de circuitos integrados, pois não havendo integração de sistemas entre a indústria e a universidade,

inviabiliza-se o estabelecimento e a manutenção de fábricas de circuitos integrados no país.

Os recursos humanos qualificados para esse segmento são escassos no Brasil, pela deficiência quanto aos conhecimentos básicos necessários para projetos de circuitos integrados fornecidos nas universidades. Com relação à pesquisa, a grande deficiência é devida à falta de integração das atividades de pesquisa, implicando lentidão no cumprimento das metas.

6. SITUAÇÃO DE EMPRESAS SELECIONADAS DE MICROELETRÔNICA

Tendo em vista que o objetivo deste trabalho é o de apresentar os resultados alcançados por empresas de capital nacional, neste capítulo são objeto de análise as duas principais empresas líderes do segmento de circuitos integrados: a Itau Componentes S.A. e a Sid Microeletrônica S.A..

6.1. Itau Componentes S.A. - Itaucom

O grupo Itau é o segundo grupo privado nacional. Opera pela *Holding* Itaúsa que controla, além do maior banco privado do país, uma série de atividades na área industrial, como nos setores de materiais de construção, química e eletrônica.

O setor de eletrônica é controlado por uma sub-*holding* da Itaúsa, a Itautec S.A. Inicialmente, a participação do grupo Itau no setor de eletrônica visava atender as necessidades de automação do banco, mas acabou por se diversificar em direção aos setores de informática, telecomunicações, microeletrônica e eletrônica de consumo.

A Itaucom, empresa que representa o grupo no setor de microeletrônica, foi fundada em 1983 e se apresenta como uma das empresas líderes do setor. Em 1982, previa investimentos da ordem de US\$ 280 milhões em dez anos (*Dados e Ideias*, julho de 1986, p. 76) e, um ano depois, já tinha

uma fábrica em operação, contemplando as fases de projetos e de encapsulamento de circuitos integrados, sendo a difusão realizada no exterior.

Em setembro de 1988, a Elebra ¹⁶ e a Itaucom assinaram um acordo de fusão de suas atividades na área de microeletrônica. Na verdade, não se tratava de uma fusão propriamente dita, mas de uma compra do controle acionário da Elebra Microeletrônica pela Itaucom, envolvendo apenas a área de semicondutores ¹⁷.

¹⁶ A Elebra S.A. Eletrônica Brasileira é uma sub-*holding* responsável pela atuação do grupo Docas na área eletrônica. Considerado um dos maiores grupos privados do país, este grupo é gerido pela *holding* Companhia Docas, que estende seu campo de atuação do setor financeiro até os setores industrial, primário e de exportação. No setor industrial e mais especificamente na área de eletrônica, a sub-*holding* controlava, até 1988, a Elebra Microeletrônica, uma das quatro empresas da sub-*holding*.

¹⁷ As atividades relacionadas a componentes optoeletrônicos e fibra ótica foram desmembradas e transformadas em empresas independentes. A Elebra S.A. continua com 30% do capital, mas toda a gestão da empresa passou à Itaucom. A intenção era unificar a parte de projeto e fabricação - incluindo aí a difusão dos circuitos integrados e as linhas de montagem e

A estratégia empresarial adotada pela Itaucom contemplou o segmento de *commodities*, especificamente de memórias com tecnologia CMOS, através de produtos tecnologicamente maduros; mas também faz parte das opções de mercado da empresa os ASICs, nas linhas de semi-encomendados (*gate arrays*) e de encomendados (*full custom* e *standard cell*).

Embora não tenha atingido a etapa de difusão dos circuitos integrados - parte mais complexa e por isso estratégica na produção dos circuitos integrados e que é realizada no exterior -, a Itaucom domina as etapas de projeto, encapsulamento e testes, buscando desde sua fundação a maior capacitação tecnológica possível; o que resultou numa absorção de recursos próprios da ordem de US\$ 15 a 20 milhões no período de 1983 a 1986 (*Informática Hoje*, 29/10/85, p. 17).

Ao final de 1985, a empresa anunciava que pretendia expandir sua linha de montagem e testes de componentes, investindo em torno de US\$ 2 milhões (*Informática Hoje*, 29/10/85, p. 17), e implantar seu projeto de difusão, treinando pessoal e capacitando-se tecnologicamente nesta área. O engajamento na etapa de difusão estava previsto desde a construção da Itaucom, mas foi adiado pela falta de

testes -, mas a comercialização passará por dois canais: Itaucom e Elebra Microeletrônica.

definição dos mecanismos oficiais de estímulo. A implementação previa diferenças quanto ao projeto inicial, já que a tecnologia tinha evoluído bastante, e definia investimentos de US\$ 15 a 50 milhões (*Informática Hoje*, 29/10/85, p. 17).

Em julho de 1987, foi iniciado o primeiro consórcio para produzir *chips* compatíveis com o microprocessador 286. O componente consiste em quatro circuitos integrados dedicados, destinados a substituir cerca de 80 circuitos *standards*. O investimento total ficou entre US\$ 700 mil e US\$ 800 mil. Neste consórcio, 14 empresas fabricantes de microcomputadores se uniram à Itaucom; cada empresa entrou com US\$ 14 mil, que serão devolvidos em componentes a serem fabricados nos EUA; os componentes são de propriedade da Itaucom, que arcou com quase 70% dos recursos necessários. Além de suprir as 14 empresas, a Itaucom pretende produzir para atender o mercado interno e também para possíveis contratos de exportação que possam ser firmados com fabricantes europeus e de Taiwan (*Dados e Ideias*, julho de 1988, p. 78-79).

Em dezembro de 1988, a Itaucom voltava a anunciar a compra de tecnologia para a implantação de uma linha de difusão de circuitos integrados. O volume de investimentos para a operação seria da ordem de US\$ 60 milhões (*Informática Hoje*, 05/12/88, p. 5). A opção pela compra de tecnologia foi feita em função das vantagens que se apresentavam na área de treinamento de pessoal. A compra da

Elebra Microeletrônica permitiria utilizar o processo de difusão desenvolvido por esta empresa como capacitação interna para acompanhar os seus próprios projetos. Esta linha de difusão seria implantada em Jundiaí, São Paulo, na nova unidade industrial da Itaucom. Desde a criação da empresa até 1988 foram investidos US\$ 32 milhões, dos quais US\$ 5 milhões em P&D (deste total US\$ 2,4 milhões provenientes de incentivos fiscais) (*Informática Hoje*, 05/12/88, p. 5).

No início de 1989, com a compra da Philco pelo grupo Itau, especialistas em microeletrônica prepararam estudos sobre tendências do mercado de *chips*, na área de consumo, destinados a subsidiar a Itaucom na elaboração de sua estratégia de produção. Neste mesmo ano, a Itaucom já tinha acertado a importação de equipamentos no valor de US\$ 10 milhões (*Dados e Ideias*, março de 1989, p. 33). Com vistas a ampliar sua capacidade de encapsulamento de circuitos integrados de 20 milhões para 30 milhões de unidades ao ano. Também em 1989, foram investidos US\$ 10 milhões na implantação da nova unidade industrial de Jundiaí, para encapsulamento de circuitos integrados (*Dados e Ideias*, agosto de 1989, p. 66).

Em 1990, as alterações na política de informática levaram muitas empresas a adiar seus planos de investimento. Entretanto, contrariamente a isso, os planos da nova unidade industrial da Itaucom em Jundiaí não foram congelados, dentro da estratégia da empresa de se tornar competitiva

internacionalmente. No mês de outubro do mesmo ano, o BNDES aprovou um financiamento de US\$ 22 milhões ¹⁶ para a construção da Itaucom Jundiaí, que vai permitir a duplicação de sua capacidade atual de encapsulamento de circuitos integrados e, além disso, vai abrigar toda área fabril da empresa e ainda vai contar com uma central de utilidade (com serviços como água ionizada, vapor, ar comprimido, transformadores para rebaixar a tensão, etc.) para atender a todas as empresas do grupo. O início de operação estava previsto para o segundo semestre de 1990. No entanto, mais uma vez, a empresa adiou a parte referente à difusão devido às grandes alterações de política industrial e de informática, pois esta etapa exige investimentos muito elevados e contínuos. De fato, o projeto global para a área de microeletrônica que a Itautec Jundiaí apresentou à SEI, envolvia investimentos da ordem de US\$ 300 milhões em 12 anos e meio, incluindo a instalação, nessa nova unidade industrial, de uma linha de difusão para *chips* de 1,5 micron.

No início de 1990, também o governo aprovou o novo projeto de microeletrônica do grupo Itau, com a extensão dos incentivos para 12 anos em contrapartida aos avanços tecnológicos contidos no projeto, como *chips* de 1,5 micron

¹⁶ Este valor corresponde a 42% do investimento total de US\$ 52 milhões. Ver *Informática Hoje*, 18/10/90, p. 5.

(o projeto anterior era para 2 micra) e utilização de lâminas de silício de 6 polegadas (contra 4 polegadas) (*Anuário Informática Hoje*, 1990/91, p. 40).

A montagem da Itautec Jundiaí - consórcio constituído pela Itautec, Itaucom, Elebra Componentes e Microlinear Componentes Ltda. - faz parte da estratégia do grupo de atuar de forma integrada no complexo eletrônico. Com localização no distrito industrial de Jundiaí, próximo de Campinas, desfrutará de infra-estrutura científica e tecnológica que facilitará a contratação de recursos humanos qualificados, fundamentais para o bom desempenho do empreendimento. Os investimentos para a implantação da nova unidade industrial são da ordem de US\$ 300 milhões, sendo US\$ 167 milhões pleiteados ao BNDES (BNDES, 1990:72). Este consórcio irá englobar todas as atividades industriais voltadas para o segmento da microeletrônica.

No início de 1991, a empresa anunciou que os investimentos no projeto da nova unidade industrial de Jundiaí eram da ordem de US\$ 70 milhões (*Ipssi Eletro-eletrônica*, jan./fev. 1991, p. 30) e entraria em operação no começo deste mesmo ano. A empresa anunciou, também, uma novidade: um *chip set* que engloba dois circuitos integrados, destinado a uma linha determinada de microcomputadores 386. O projeto deveria ser concluído no primeiro trimestre do ano e seria lançado tanto no mercado interno quanto no externo.

6.2. Sid Microeletrônica S.A.

O grupo Machline ocupava, em 1988, o 80º lugar entre os grupos privados nacionais, atuando principalmente na indústria de eletrônica, mas também na área financeira.

Na indústria eletrônica, o grupo contempla uma diversidade de atividades: informática, microeletrônica, telecomunicações, equipamentos de escritório e eletrônica de consumo. Para isto, o grupo se divide em dois: a Divisão Sharp, responsável pela eletrônica de consumo, e a Divisão Sid, responsável pelas outras atividades de eletrônica profissional.

A Sid Microeletrônica é a empresa do grupo que atua no setor de microeletrônica. Foi criada em 1984, após a compra da Phibrase - uma *joint venture* entre a empresa de microeletrônica da Philco e a RCA. Conjuntamente a esta empresa, existe a empresa coligada de projetos de circuitos integrados Vértice Sistemas Integrados (VSI), que tem como estratégia empresarial a prestação de serviços de forma independente à sua coligada. Além de realizar projetos na área de consumo para a Sharp (empresa coligada ao grupo Machline), também já forneceu seus serviços para outras empresas nos ramos de automobilística, informática e telecomunicações. Com esta estrutura, a VSI tem capacidade para atender a demanda nacional com a criação e o desenvolvimento de novos projetos. As pesquisas centram-se nos segmentos de circuitos integrados analógicos e analógicos digitais identificados como ainda não saturados.

A estratégia empresarial da Sid Microeletrônica teve início pela área de circuitos integrados lineares com tecnologia bipolar, cumprindo todas as etapas de produção. Na área dos circuitos integrados digitais, efetua apenas a montagem e os testes, com opção de mercado pelos ASICs. A importância dos projetos neste mercado, para se obter o domínio tecnológico - uma vez que o processo de fabricação está intimamente ligado à concepção de circuitos integrados -, pode contar com o apoio da coligada Vértice e também acordos com empresas no exterior para realizar algumas etapas do processo de fabricação que são mais sofisticadas e que a Sid ainda não realiza.

Em meados de 1986, a Sid Microeletrônica entregava ao CONIN projeto de investimento no valor de US\$ 100 milhões (*Informática Hoje*, 03/06/86, p. 9) para o desenvolvimento de projetos de circuitos integrados, montagem de equipamentos, controle de qualidade, novos produtos e desenvolvimento de tecnologia própria. A estratégia para elaborar este projeto contou com a consulta aos seus clientes como forma de, a partir do conhecimento de suas necessidades específicas, obter maiores condições de projetar a produção de seus novos equipamentos.

Em julho de 1988, a Sid Microeletrônica anunciou o lançamento do seu *chip set* XT, desenvolvido em conjunto com sua associada Vértice. Com um investimento de US\$ 400 mil, foram projetados três *chips* que podem funcionar de maneira integrada ou independente, não descartando a possibilidade

de, além de atendimento do mercado interno, também exportar seu produto (*Dados e Idéias*, agosto de 1988, p. 16).

Em outubro de 1988, um acordo entre a Sid Microeletrônica, a Philips do Brasil e a Philips holandesa permitiu que a primeira recebesse a tecnologia do processo de difusão de circuitos integrados bipolares em troca do compromisso de comercializar uma nova família de circuitos integrados da Philips do Brasil. Tal acordo teve origem na negativa da SEI a um projeto da Philips do Brasil envolvendo encapsulamento e testes de uma nova família de circuitos integrados e transistores, que estimulou a multinacional a buscar um parceiro no país para transferir a tecnologia e participar do mercado.

Este acordo envolve tanto a transferência de tecnologia do processo de difusão de circuitos integrados de tecnologia bipolar, como dos projetos de toda a família de componentes Philips que usa esse processo de difusão. Assim, abrem-se as portas de um mercado que representa cerca de 30% do mercado total de microeletrônica, onde a Sid já atua, mas ganha competitividade com uma tecnologia de processo de difusão mais moderna.

O contrato prevê investimento de US\$ 413 milhões, em um prazo de 12 anos, em uma nova unidade industrial (BNDES, 1990:72), com expansão da atual linha de difusão, utilizando tecnologia bipolar avançada, e expansão da capacidade de encapsulamento e testes de circuitos integrados e componentes semicondutores discretos.

Desse modo, a Sid ficará apta a participar de um mercado avaliado em US\$ 130 milhões (BNDES, 1990:72) - basicamente sustentado pelos setores de eletrônica de consumo, eletrônica embarcada e telecomunicações - e intervir na comercialização, montagem e testes de circuitos integrados, ainda que limitada a uma quota de 50% da produção total a ser realizada.

No ano de 1989, a Sid planejava investir de US\$ 25 a 30 milhões em importações de equipamentos naquela ano e no seguinte, com o objetivo de atingir as metas determinadas pelo programa governamental (*Dados e Ideias*, março de 1989, p. 33).

Em fevereiro de 1990, a Sid Microeletrônica ganha nova dimensão com os incentivos ¹⁹ como contrapartida aos investimentos previstos de US\$ 300 milhões (*Informática Hoje*, 19/02/90, p. 4), adotando tecnologias mais modernas.

A empresa mantém sua decisão de realizar a etapa de difusão em tecnologia bipolar, tecnologia que responde por 36% do mercado mundial de semicondutores (*Informática Hoje*, 19/02/90, p.4).

Sua linha de difusão - adquirida com a compra da Phibrase - encontra-se instalada em Contagem, em Minas

¹⁹ Estes incentivos fiscais representam sua extensão por mais 12 anos, já que sua validade estava prevista para até março de 1991.

Gerais, e é antiga. Com a revisão de seus projetos, a empresa pretende ampliar essa linha e posteriormente instalar uma nova fábrica com tecnologia de processo mais moderna.

Em resposta ao desafio lançado pela nova política industrial e de comércio exterior, que exige maior competitividade na indústria brasileira, a Sid Microeletrônica, em novembro de 1990, lançou uma família de circuitos integrados, de uso geral, com a qual pretende concorrer no mercado externo através de uma ousada estratégia de começar sua experiência de vendas diretas ao exterior. Este projeto exigiu investimentos em torno de US\$ 700 mil em 18 meses. Trata-se de um conjunto de dois chips que simplificam o projeto da placa de circuito impresso.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência da indústria como um todo depende da indústria de microeletrônica, assim como o mercado da indústria de microeletrônica é função da modernização da indústria nacional. A importância maior da microeletrônica está em sua capacidade de estimular outros setores, por meio da substituição de funções anteriormente exercidas por meios não-eletrônicos, e, principalmente, pela criação de novas funções com a introdução de inteligência e automação nos produtos. Também a microeletrônica é a peça fundamental no núcleo tecnológico do próprio complexo eletrônico, na medida em que seus avanços são determinantes nas inovações dos demais setores.

Com base na descrição dos programas de inversão realizados pelas empresas nacionais de microeletrônica, segundo os dados levantados no capítulo anterior, pode-se constatar que de fato houve um esforço significativo no sentido de uma efetivação dos investimentos previstos para a área, podendo ser percebido pela forma contínua com que foram realizados ao longo do tempo. Este esforço, com o apoio da política governamental, visou tentar acompanhar a dinâmica internacional com relação aos produtos fabricados - representados pelos circuitos integrados e dentro destes o segmento de digitais, o que permitiu a obtenção de um certo grau de capacitação tecnológica. Pode-se dizer que, efetivamente, algum grau de capacitação tecnológica foi

obtido com relação a algumas etapas do processo de produção, principalmente nas fases de projeto, montagem e testes. Entretanto, a capacitação na etapa primordial da produção propriamente dita, ou seja, a difusão, manteve-se restrita ao segmento de circuitos lineares, que não representa o segmento principal do mercado internacional.

Em termos reais, essa capacitação refletiu em: contratação e treinamento de especialistas buscando a formação de equipes; investimento em equipamentos e instalações adequadas ao processo de microeletrônica; estabelecimento de uma ponte com os principais centros mundiais em microeletrônica; além disso, muitos avanços foram obtidos nas áreas de projetos, encapsulamento, teste e comercialização.

Apesar destes esforços, o Brasil ainda possui uma indústria de microeletrônica em formação, que não se consolidou e, portanto, ainda não reflete a dinâmica da indústria internacional. O principal problema que se aponta é que a etapa de difusão de circuitos integrados digitais ainda não está implementada, principalmente porque os investimentos são altíssimos para o desenvolvimento de tecnologia capaz de acompanhar a rápida evolução desta indústria.

Segundo o governo pouco se avançou na meta de atingir a capacitação na área de microeletrônica, traçada pela política governamental. Os projetos apresentados pelas empresas nacionais visavam a capacitação e autonomia no

ciclo da microeletrônica, ou seja, projeto, processamento físico-químico, produção, encapsulamento, montagem e teste. A crítica às empresas baseia-se na idéia de que elas acabaram abandonando os compromissos assumidos com o governo na Política Nacional de Informática, depois de receber os incentivos para cumpri-los.

Por outro lado, os empresários que atuam na área reclamam que os incentivos vêm sendo pequenos e os avanços também. Eles dizem que o processo é lento, porque não há grande alocação de verbas para as universidades e não são feitos contratos do governo para desenvolver produtos e projetos. Outra crítica dos empresários aponta contra a Lei de Informática que, para eles, é excessivamente preocupada com aspectos mercadológicos, enquanto setores fundamentais, como a pesquisa tecnológica e a universidade, foram colocados em segundo plano.

A parte disto, prevalece uma visão muito distorcida de que toda a tecnologia da microeletrônica está na difusão, o que acaba subestimando ou mesmo desprezando os avanços já atingidos em outros aspectos da tecnologia. Significativos avanços foram obtidos nas áreas de projetos, encapsulamento, testes e comercialização, bem como em termos de formação de recursos humanos e competência em negociações internacionais com fornecedoras e com as tecnologias dos centros mundiais de microeletrônica.

A evolução em microeletrônica não se dá de forma contínua, mas por transições tecnológicas. É isso que

permite aos países, que não são líderes em tecnologia, investirem num momento de transição e conseguirem um determinado domínio tecnológico e uma participação no mercado.

A viabilização da indústria de microeletrônica está na fabricação, sob licença, de componentes *standards* desenvolvidos por fabricantes estrangeiros; no desenvolvimento e fabricação de alguns componentes *standards* para determinados nichos de mercado; e no projeto e fabricação de componentes semidedicados e dedicados. No caso dos componentes padronizados, o volume de produção é fundamental para a indústria de semicondutores, pois permite amortizar os altos investimentos exigidos para esse segmento. Portanto, para o Brasil alcançar competitividade internacional e também nacional, é necessário reduzir custos com maior produtividade e melhor capacitação profissional e tecnológica. No caso dos "nichos", deve-se concentrar a produção onde a menor escala e menor experiência cumulativa seja financeiramente viável.

O domínio da tecnologia de circuitos integrados é fator-chave para a competitividade brasileira em todo o complexo eletrônico. Dentro deste segmento, deve ser descartada a produção local de *chips* de prateleira ou *commodities* da microeletrônica, pois é muito mais vantajoso adquiri-los de um fabricante internacional que os faça bem e mais baratos. Mas os circuitos integrados diferenciados ou *customizados* devem ser projetados aqui, justificando assim

um grande esforço na capacitação tecnológica nacional em microeletrônica.

A rápida evolução das tecnologias de microeletrônica e a introdução contínua de novas técnicas exigem a realização, em grande quantidade, de pesquisas tecnológicas que poderão eventualmente tornar-se industrializáveis e financeiramente viáveis apenas a médio prazo. Como estas tecnologias exigem investimentos de longa maturação e recursos humanos que normalmente ultrapassam a capacidade de investimento financeiro das empresas nacionais, existe a necessidade de reequipamento e reestruturação das universidades, de modo a que estas possam atender, quando for o momento, às necessidades do parque industrial, tanto em termos de infra-estrutura tecnológica básica quanto em termos de recursos humanos.

Anexo 1

OBJETIVOS E COMPROMISSOS DAS EMPRESAS COM PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO E/OU FABRICAÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS ²⁰

Objetivo: projeto de desenvolvimento e produção de circuitos integrados.

Compromissos Gerais:

- manter as características de empresa nacional consoante com a Lei 7232;
- aplicar em programa de criação, desenvolvimento ou adaptação tecnológica em informática quantia igual ou superior a 10% de sua receita bruta proveniente da comercialização de bens e serviços de informática;
- respeitar, como limite máximo do valor dos incentivos a ser obtido, o teto de 30% do valor global do projeto;
- prestar informações e permitir o acesso das autoridades competentes aos estabelecimentos para fiscalização, relativamente à execução do projeto e à satisfação dos requisitos estabelecidos para o gozo dos incentivos.

Compromissos Específicos:

²⁰ SEI (1989:38-45).

- ampliar até 31/03/88 a capacidade de encapsulamento e de teste de circuitos integrados para 20 milhões de peças por ano;
- implantar até 30/06/90 unidades de processamento físico-químico com capacidade de 20 mil lâminas por ano para fabricação de circuitos integrados com tecnologia para resolução mínima de 2 micrômetros e que tenha potencialidade de evolução;
- implantar até 30/09/87 infra-estrutura para projeto de circuitos integrados dedicados e semidedicados, que opere até nível de configuração final (*lay-out* completo);
- desenvolver ferramentas de projetos de circuitos integrados para que até 30/06/90, um mínimo de 40% das ferramentas então utilizadas tenha sido desenvolvido no país.

ANEXO 2
BRASIL - EMPRESAS COM ATIVIDADES EM MICROELETRONICA
1989

Inicio de operacao	Empresa	Origem e Controle	Produtos	P:F:M:T
1960	IBRAPE ELETRONICA	Holanda	Diodo	: : :X:X:
			Transistor	: : :X:X:
			Circuito Integrado	: : :X:X:
1967	SEMIKRON SEMICONDUCTORES	Alemanha	Diodo de Potencia	: :X:X:X:
			Tiristor de Potencia	: : :X:X:
1969	ICOTRON	Alemanha	Diodo de Potencia	: :X:X:X:
			Tiristor de Potencia	: :X:X:X:
			Transistor	: : :X:X:
			Circuito Integrado	: : :X:X:
			Diodo Emissor de Luz	: : :X:X:
1972	IND. ELETR. SANYO BRASIL	Japao	Transistor	: : :X:X:
1972	ROHM IND. ELETRONICA	Japao	Diodo	: : :X:X:
			LED	: : :X:X:
			Display	: : :X:X:
1972	TEXAS INSTR. ELETR. BRASIL	EUA	Transistor	: : :X:X:
			Tiristor	: : :X:X:
			Circuitos Integrados	: : :X:X:
1973	FAIRCHILD SEMICONDUCTORES	EUA	Diodo	: : :X:X:
			Transistor	: : :X:X:
1974	THOMSON-CSF	Franca	Transistor	: : :X:X:
1976	PHILIPS NORDESTE	Holanda	Circuitos Integrados	: : :X:X:
1978	MULTITEL MICROELETRONICA	Brasil	CIFE e CIFF	:X:X:X:X:
1978	NEC DO BRASIL	Japao	Transistor	: : :X:X:
			Circuitos Integrados	: : :X:X:
1979	WESTINGHOUSE	EUA	Diodos	: : :X:X:
			Tiristores	: : :X:X:
1978	POLITRONIC PROD. ELETR.	Brasil	Diodo Emissor de Luz	: : : :X:
			Mostrador	: : : :X:
			Foto-acoplador	: : :X:X:
1980	MC MICRO CIRCUITOS	Brasil	Diodo Emissor de Luz	: : :X:X:
			Mostrador	: : :X:X:
1981	HITACHI	Japao	Diodos	: : :X:X:
			Tiristores	: : :X:X:
1981	STEVENSON/TELEFUNKEN	Franca	Transistor	: : :X:X:

: 1982	: ABBIS SEMICONDUCTORES	: Brasil	: Diodo de Potencia	:X:X:X:X:
:	:	:	: Tiristor de Potencia	: : :X:X:
: 1982	: BOSCH	: Alemanha	: Diodos	: : :X:X:
: 1982	: HELIODINAMICA	: Brasil	: Celula Solar	:X:X:X:X:
:	:	:	: Lamina de Silicio	:X:X: :X:
: 1983	: ITAUCOM	: Brasil	: Circuitos Integrados	:X: :X:X:
: 1984	: ABC XTAL MICROELETRONICA	: Brasil	: CIFE	:X:X:X:X:
:	:	:	: Fibra Optica	:X:X:X:X:
: 1984	: SID MICROELETRONICA	: Brasil	: Transistor	:X:X:X:X:
:	:	:	: Circuito Integrado Linear	: :X:X:X:
:	:	:	: Circuito Integrado Digital	: : :X:X:
: 1985	: TECNOWATT IND. ELETR.	: Brasil	: Fotoresistor	:X:X:X:X:
:	:	:	: Varistor	: : :X:X:
:	:	:	: Termistor	: : :X:X:
: 1985	: VERTICE SISTEMAS INTEGRADOS	: Brasil	: Projetos de Circuitos Integrados	:X: : : :
: 1986	: ELEBRA MICROELETRONICA	: Brasil	: Circuitos Integrados	: : : :X:
: 1986	: NEWTRONIC TECNOLOGIA	:	: Chaves Optoeletronicas	: : :X:X:
: 1988	: AUTELCOM COMPONENTES ELETRONICOS	: Brasil	: CIFE	:X:X:X:X:
: 1988	: HOBEB SEMICONDUCTORES	: Brasil	: Diodo Automotivo	: : : :X:
: 1988	: INEPAR	: Brasil	: Diodo de Potencia	: : :X:X:
:	:	:	: Tiristor	: : :X:X:
: 1989	: ASGA MICROELETRONICA LTDA.	: Brasil	: Dispositivos de Semicondutores	: : : :X:
:	:	:	: Compostos (laser, detector, etc.)	: : : : :
: implantacao	: ALFACOM	:	: LCD (Dispositivo de Cristais	: : :X:X:
:	:	:	: Liquidos)	: : : : :
: implantacao	: STIELETRONICA	:	: Fotoresistor	: : : : :

FDNTE: SEI - Relatorio do Grupo de Microeletronica e Proposta Setorial de Microeletronica, 1989 e
SILVA, Ana Lucia Goncalves da Silva. A Industria Brasileira de Componentes Semicondutores - Estagio
Atual e Perspectivas. 1986, p. 81.

LEGENDA: P - Projeto
F - Processo de Producao
M - Montagem
T - Teste
CIFE - Circuito Integrado a Filme Espesso
CIFE - Circuito Integrado a Filme Fino
CI's - Circuitos Integrados

BIBLIOGRAFIA

BNDES (1990) *Microeletrônica e Informática: Uma Abordagem sob o Enfoque do Complexo Eletrônico*. Rio de Janeiro (Estudos BNDES, 14).

BRINCO, Ricardo (1989) *Um Estudo Sobre a Indústria Internacional de Componentes Semicondutores Digitais*. Porto Alegre, FEE.

ERBER, Fabio S. (1983) *O Complexo Eletrônico - Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ (Texto para Discussão, 19).

FERREIRA, Marcos José Barbieri (1989) *Estratégias Tecnológicas das Grandes Empresas Nacionais de Computadores e Periféricos*. Monografia de Graduação em Ciências Econômicas. Campinas, IE/UNICAMP, mimeo.

HAMMANA, Carlos I. Z. (1990) *A Indústria de Microeletrônica*. Documento Técnico do Projeto IPT/FECAMP "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil", coordenada por Luciano G. Coutinho e Wilson Suzigan. Campinas, IE/UNICAMP, mimeo.

MARÃO, Gabriel A. (1990) *Microeletrônica: Diagnóstico, Avaliação e Proposições para Inovação e Competitividade*.

Documento Técnico do Projeto IPT/FECAMP "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil", coordenada por Luciano G. Coutinho e Wilson Suzigan. Campinas, IE/UNICAMP, mimeo.

PORTER, Michael E. (1980) *Estratégia Competitiva - Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*. Rio de Janeiro, Editora Campus.

PORTO, José Rubens Dória; SILVA, Ana Lucia Gonçalves da e LAPLANE, Mariano Francisco (1990) *Avaliação da Política Nacional de Informática - Avaliação e Perspectivas em Informática*. Relatório de Pesquisa CNPq/UNICAMP-IE. Campinas, IE/UNICAMP, mimeo.

SCARTEZINI, Vanda (1990) *Microeletrônica - Silício*. Documento Técnico do Projeto IPT/FECAMP "Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil", coordenada por Luciano G. Coutinho e Wilson Suzigan. Campinas, IE/UNICAMP, mimeo.

SCT (1991) Panorama do Setor de Informática. *Séries Estatísticas*, 1(1), set.

SEI (1990) *Relatório do Grupo de Microeletrônica e Proposta Setorial de Microeletrônica*. Brasília.

SEI (1989) Panorama do Setor de Informática. *Séries Estatísticas*, 2(1), ag.

SILVA, Ana Lucia Gonçalves da (1985) *A Indústria de Componentes Semicondutoras: Padrão de Concorrência Internacional e Inserção do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Campinas, IE/UNICAMP, mimeo.

SILVA, Ana Lucia Gonçalves da (1986) *A Indústria Brasileira de Componentes Eletrônicos Semicondutores - Estágio Atual e Perspectivas*. Campinas, IE/UNICAMP.

Periódicos:

Dados e Idéias, vários números.

Data News, vários números.

Info, vários números.

Informática Hoje, vários números.

Informática Hoje Anuário, vários números.

Ipesi, vários números.

RNT, vários números.

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1	- Valor da Produção Mundial de Semicondutores, 1974, 1977, 1980 e 1983-1985.....	10
Tabela 2	- Mercado Mundial de Semicondutores, 1989.....	11
Tabela 3	- Circuitos Integrados - Participação Percentual de Cada Segmento no Total do Mercado Mundial, Segundo os Principais Critérios de Classificação, 1983-1985.....	12
Tabela 4	- Mercado Mundial de Circuitos Lógicos, 1984 e 1990.....	14
Tabela 5	- Mercado Mundial de Circuitos Integrados Não-Padronizados, 1985 e 1990.....	15
Tabela 6	- Distribuição Setorial da Demanda Mundial de Semicondutores, 1988.....	15
Tabela 7	- Brasil - Comercialização Líquida em Microeletrônica, 1988-1990.....	28
Tabela 8	- Brasil - Mercado de Microeletrônica, 1987 e 1988.....	30
Tabela 9	- Brasil - Distribuição Setorial da Demanda de Componentes Microeletrônicos, 1987.....	31
Tabela 10	- Brasil - Distribuição Setorial da Demanda de Componentes Microeletrônicos: Empresas Nacionais, 1988 e 1989.....	32
Tabela 11	- Brasil - Distribuição Setorial da Demanda de Componentes Microeletrônicos: Empresas Estrangeiras, 1988 e 1989.....	32

Tabela 12 - Brasil - Comercialização Líquida em	
Microeletrônica, 1988-1990.....	35
Tabela 13 - Brasil - Participação de Mercado das Principais	
Empresas de Microeletrônica, 1990.....	35
Tabela 14 - Brasil - Valor Líquido da Comercialização de	
Circuitos Integrados por Tipo de Produto	
e Segundo o Tipo de Empresa, 1988-1990.....	41
Tabela 15 - Brasil - Distribuição Setorial da Demanda de	
Circuitos Integrados, 1987.....	45

RELAÇÃO DE SIGLAS

ASIC	- Application Specific Integrated Circuit
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEM	- Comissão Especial de Microeletrônica
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COMPEL	- Seminário sobre Componentes Eletrônicos
CONIN	- Conselho Nacional de Informática e Automação
CTI	- Centro Tecnológica para Informática
DIGIBRAS	- Empresa Digital Brasileira S.A.
ECL	- Emitter Complded Logic
EPROM	- Ereseable Programmable Read Only Memories
FAPESP	- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GEICOM	- Grupo Executivo Interministerial de Componentes e Materiais
ICE	- Integrated Circuit Engineering Corporation
LED	- Light Emmiting Diode
MOS	- Metal Oxide Silicon Logic
MPU	- Microprocessador
PC	- Personal Computer
P&D	- Pesquisa e Desenvolvimento
PLANIN	- Plano Nacional de Informática e Automação
PLD	- Programable Logic Devices
PND/NR	- Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova

República

PNI	- Política Nacional de Informática
RAM	- Random Access Memories
ROM	- Reading Only Memories
SCT	- Secretaria da Ciência e Tecnologia
SEI	- Secretaria Especial de Informática
TELEBRAS	- Telecomunicações Brasileiras S.A.
TTL	- Transistor Transistor Logic
UCP	- Unidade Central de Processamento
UnB	- Universidade de Brasília
UNICAMP	- Universidade Estadual de Campinas
USP	- Universidade de São Paulo