

JOSÉ HENRIQUE SHINTATE

**MODELOS DE NEGÓCIOS DE PRODUÇÃO E CONDIÇÕES DE
INSERÇÃO DA INDÚSTRIA DE CIRCUITOS INTEGRADOS NO
BRASIL**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma
de Engenheiro de Produção – Área de
Mecânica

São Paulo

2002

*H 2002
sh 63 m*

JOSÉ HENRIQUE SHINTATE

**MODELOS DE NEGÓCIOS DE PRODUÇÃO E CONDIÇÕES DE
INSERÇÃO DA INDÚSTRIA DE CIRCUITOS INTEGRADOS NO
BRASIL**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma
de Engenheiro de Produção – Área de
Mecânica

Orientador:
Prof. Livre – Docente
João Amato Neto

São Paulo

2002

A meus pais.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Dr. João Amato Neto, pelo apoio e compreensão

**A Maria Eduarda Sawaya, Jorge Maluf, Rodrigo L. Pinto, Maria Mesquita e
Priscilla Lima pelas contribuições e sugestões**

**A meus pais pelo carinho e amor de sempre e pelo apoio e revisão deste
trabalho**

A Deus, por tudo.

RESUMO

O presente trabalho pretende ilustrar alguns aspectos dos modelos de negócios da indústria de semicondutores, que passou por um processo de desenvolvimento sem paralelo desde o seu início, e analisar as condições do Brasil no seu desenvolvimento da indústria de informática e as possibilidades em semicondutores.

ABSTRACT

This report intends to glimpse on some aspects of the business models in the semiconductor industry, which went through unparalleled development since its inception, and analyze the development condition of the Brazilian information technology industry and the possibilities in semiconductors.

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
 2.1. Competitividade das localizações.....	2
 2.1.1. A condição dos fatores	4
 2.1.2. Condições da demanda	6
 2.1.3. Setores correlatos e de apoio	7
 2.1.4. Estratégia da empresa, estrutura e rivalidade.....	8
 2.1.5. O “diamante” como um sistema.....	9
 2.1.6. Papéis de governos, empresas e do acaso em Porter	10
 2.1.7. Etapas de desenvolvimento competitivo e políticas para governos de países em desenvolvimento.	12
 2.1.8. A Teoria dos Aglomerados de Porter e Competição	14
 2.1.8.1. Dinâmica dos aglomerados	17
 2.1.8.2. Papel do governo	18
 2.1.8.3. Discussões sobre aglomerados e política industrial e contrapontos	21

2.2. Competitividade em manufatura	22
2.3. Competências e papéis de subsidiárias na indústria brasileira.....	25
2.3.1. Estratégias e competências	25
2.3.2. Competências e arranjos produtivos na indústria brasileira.....	28
2.4. Introdução sobre política industrial	30
2.5. O Caso da Samsung: criação de conhecimento	36
3. A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES.....	41
3.1. Componentes Semicondutores	41
3.2. A cadeia produtiva de semicondutores.....	42
3.3. O Mercado de Componentes Semicondutores.....	44
3.3.1. Situação do mercado e o ciclo de 2000 – 2001.....	46
3.3.2. Segmentação do mercado de componentes semicondutores.....	48
3.3.3. Principais agentes	51
3.3.4. Configuração geográfica da fabricação.....	52
3.4. Modelos de negócio e desenvolvimento	54
3.4.1. Desafios e novos modelos de negócio no <i>design</i> de CIs	55
3.4.2. Desafios e novos modelos de negócio na fabricação, encapsulamento e teste de CIs	58
4. A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES NO BRASIL.....	64

4.1. Histórico do desenvolvimento da indústria de informática e semicondutores	64
4.2. Perspectiva histórica das leis que regulamentam o setor de Tecnologia da Informação	69
 4.2.1. A reserva de mercado.....	69
 4.2.2. A Lei de Informática – Lei 8.248/91	72
 4.2.3. A Lei 10.176/01 – a Nova Lei de Informática.....	77
 4.2.4. Problemas na transição para a Nova Lei de Informática.....	80
4.3. Situação atual.....	81
 4.3.1. O mercado de componentes semicondutores no Brasil e seus segmentos	81
 4.3.1.1. Mercado de Informática	84
 4.3.1.2. Ações de aumento da demanda de produtos de informática.....	86
 4.3.1.3. Mercado de Telecomunicações.....	87
 4.3.1.4. Mercado de Eletrônica de Consumo.....	90
 4.3.1.5. Mercado de Eletrônica Embarcada Automotiva.....	91
 4.3.2. Tarifação Aduaneira para Bens de Tecnologia da Informação	92
 4.3.2.1. O ITA – Information Technology Agreement	93
 4.3.3. Resultado das Políticas de Informática	94
 4.3.3.1. Resultados da Reserva de Mercado de Informática.....	94
 4.3.3.2. Resultados das Leis de Informática	95

4.3.3.3. Questões relativas a estrutura produtiva e os PPBs.....	98
4.4. O Programa Nacional de Microeletrônica e ações do governo	100
4.4.1. Formação de pessoal especializado no Brasil.....	101
4.4.2. Atração de empresas de fabricação	102
4.4.3. Matriz de instrumento de políticas para o setor de microeletrônica	102
5. COMPETITIVIDADE E ATRAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES.....	105
5.1. Razões para o desenvolvimento de capacitações em CIs	105
5.2. Fatores de localização industrial de semicondutores	106
5.2.1. Principais critérios de atração de <i>fabs</i>.....	106
5.2.2. Modelos de negócio que poderiam ser atraídos para o Brasil e seus impactos.....	108
5.2.2.1. Em <i>design</i>	108
5.2.2.2. Na fabricação e em encapsulamento e testes	109
5.3. Condições de competitividade das diferentes possibilidades de inserção e necessidades de desenvolvimento	110
5.3.1. Em <i>design</i>	110
5.3.2. Em fabricação e encapsulamento e teste	111
6. CONCLUSÃO	113
ANEXO 1 – BENS DE INFORMÁTICA PARA EFEITOS DA LEI 10176/01	115

ANEXO 2 - PORTARIA INTERMINISTERIAL MDIC/MCT N.º 38, DE 12.03.2002.....	119
ANEXO 3 - PORTARIA INTERMINISTERIAL MCT/MICT N.º 66, DE 02.05.94.....	122
LISTA DE REFERÊNCIAS.....	126

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - O “diamante” da Vantagem Nacional proposto por Michael Porter (1993)	4
Gráfico 2 - As influências do governo no aprimoramento dos aglomerados (PORTER, 1999)	20
Gráfico 3 - Objetivos de desempenho de manufatura. (SLACK, 1993)	24
Gráfico 4 - Etapas de Produção de Semicondutores (AMATO NETO et al., 2002)..	44
Gráfico 5 - Consumo global de eletrônicos e vendas de semicondutores	45
Gráfico 6 - Evolução das Vendas de semicondutores	46
Gráfico 7 - Investimento e utilização da capacidade de <i>fabs</i>	47
Gráfico 8 - Segmentos de Mercado de Semicondutores	49
Gráfico 9 - Participações regionais no mercado de semicondutores.....	50
Gráfico 10 - Principais aplicações de semicondutores.....	51
Gráfico 11 - Principais Agentes da Indústria de Semicondutores.....	52
Gráfico 12 - Localização das <i>Fabs</i> dos 5 maiores produtores de semicondutores do mundo	53
Gráfico 13 – Benefício tributário da Lei 10176/01	78
Gráfico 14 - Investimentos em P&D pela Lei 10176/01.....	79
Gráfico 15 - Fabricação nacional e importação de componentes semicondutores....	82
Gráfico 16 - Importações de semicondutores embutidos	83

Gráfico 17 - Mercado de PCs.....	85
Gráfico 18 - Balança Comercial do setor de Informática.....	86
Gráfico 19 - Expansão dos serviços de telefonia	88
Gráfico 20 - Balança comercial do setor de telecomunicações.....	89
Gráfico 21 - Volumes de produção de eletrônicos - Brasil, China e Mundo	90
Gráfico 22 - Investimentos em P&D através das Leis de informática	96
Gráfico 23 - Investimentos em P&D do setor de informática	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de estratégia e formação de competências (FLEURY e FLEURY, 2001).....	26
Tabela 2 - Posicionamento das ETNs com relação ao papel da subsidiária (FLEURY e FLEURY, 2001)	30
Tabela 3 - Matriz de recompensa sem subsídio (WINSTON, 1995)	33
Tabela 4 - Matriz de Recompensa com subsídio (WINSTON, 1995).....	34
Tabela 5 - Concordância com uma política industrial para o setor eletrônico – EUA (MERCHANT, 1997).....	35
Tabela 6 - Receitas das companhias de Propriedade Intelectual (LEVIN e LUDWIG, 2002).....	57
Tabela 7 - Tipos de empresas no segmento de projetos de CIs (AMARAL et al., 2002).....	57
Tabela 8 - Maiores empresas <i>fabless</i> (adaptado de AMARAL et al., 2002).....	61
Tabela 9 - Tarifas de Importação de bens de informática na abertura comercial (TIGRE, 1993).....	92
Tabela 10 - Matriz de políticas para microeletrônica (adaptado de AMARAL et al., 2002).....	104
Tabela 11 - Principais fatores para se considerar a localização de fábricas de semicondutores (LEACHMAN e LEACHMAN, 2002)	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
Anatel	- Agência Nacional de Telecomunicações
ASIC	- Application Specific Integrated Circuit
BNDES	- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRL	- Reais Brasileiros
CATI	- Comitê da Área de Tecnologia da Informação
CEM	- <i>Contract Engineering Manufacturers</i>
CenPRA	- Centro de Pesquisas Renato Archer
CI	- Circuito Integrado
CONIN	- Conselho Nacional de Informática e Automação
CPqD	- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento
CRA	- Coeficiente de Redução Aduaneiro
CTI	- Centro Tecnológico Para Informática
DH	- <i>Design House</i>
DRAM	- Dynamic Random Access Memory
DSP	- Digital Signal Processor – Processador Digital de Sinais
E&T	- Encapsulamento e Teste
EDA	- <i>Electronic Design Automation</i>
EDA	- <i>Electronic Design Automation</i>
ERB	- Estação Rádio Base
ETN	- Empresa TransNacional
EUR	- Euros
FNDCT	- Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GSM	- <i>Global System for Mobile Communications</i>
IC	- Integrated Circuit (Circuito Integrado)
IDM	- <i>Integrated Device Manufacturer</i> - Manufaturador Integrado de Dispositivos
IP	- <i>Intellectual Property</i> – Propriedade Intelectual
IPI	- Imposto sobre Produtos Industrializados
ISO	- International Standard Organization
ITA	- <i>Information Technology Agreement</i>
Lei de Informática	- Lei 8248/91
MC	- Ministério das Comunicações
MCT	- Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC	- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MICT	- Ministério da Indústria Comércio exterior e Turismo
MOS	- Metal Oxide Semiconductor
MPO	- Ministério do Planejamento e Orçamento
NBR	- Norma Brasileira
NCM	- Nomenclatura Comum do Mercosul (classificação aduaneira)

- | | |
|-------------------------|--|
| Nova Lei de Informática | - Lei 10176/01 |
| OEE | - <i>Overall Equipment Effectiveness</i> |
| OMC | - Organização Mundial do Comércio |
| P&D | - Pesquisa & Desenvolvimento (atividades de) |
| PC | - <i>Personal Computer</i> (Computador Pessoal) |
| PIM | - Parque Industrial de Manaus |
| PNI | - Política Nacional de Informática |
| PNM | - Programa Nacional de Microeletrônica |
| PPB | - Processo Produtivo Básico |
| RTL | - <i>Register Transfer Language</i> |
| SH | - Sistema Harmonizado (classificação aduaneira) |
| SIA | - <i>Semiconductor Industry Association</i> |
| SIM | - <i>Subscriber Identity Module</i> |
| SMP | - Serviços Móvel Pessoal |
| SOC | - <i>System On a Chip</i> |
| SUDAM | - Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia |
| SUDENE | - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste |
| TACC | - Taxa Anual de Crescimento Composto |
| TEC | - Tarifa Externa Comum |
| USD | - Dólar dos Estados Unidos |
| USP | - Universidade de São Paulo |
| VLSI | - <i>Very Large Integrated Circuit</i> |
| WIP | - <i>Work In Progress</i> – Estoque de Materiais em Processo |
| ZFM | - Zona Franca de Manaus |
| ZPE | - Zonas de Processamento de Exportações |

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho de formatura foi desenvolvido a partir do estágio do autor na Booz Allen Hamilton, empresa de consultoria de negócios. A empresa, fundada em 1914 nos Estados Unidos está presente desde o final dos anos 60 no Brasil, atualmente entre as três maiores consultorias do segmento no país. A Booz Allen Hamilton tem como missão “combinar estratégia com tecnologia e visão com ação, trabalhando junto a clientes para entregar resultados duradouros”.

As questões com as quais a Booz Allen Hamilton lida incluem estratégia de negócios, otimização de operações, análise de investimentos e melhoria competitiva para governos. Este ano a empresa, através de convênio de cooperação com a Escola Politécnica, empreendeu um estudo sobre as condições de inserção da indústria de semicondutores no Brasil. O autor colaborou com o esforço de pesquisa neste trabalho, e desenvolveu aqui alguns temas como a estrutura de leis de informática, por sugestão da coordenadora operacional do convênio e do programa de estágio da Booz Allen, Maria Eduarda Sawaya. O autor participou ainda do II *Workshop Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento – Análise das Condições de Desenvolvimento da Indústria*, realizado na Escola Politécnica em 26/06/02.

Dada a importância do tema da inserção de atividades de produção de semicondutores na economia brasileira, o BNDES lançou licitação para a contratação de empresa de consultoria que prestasse serviços técnicos de apoio à atração de investimentos para a produção de circuitos integrados no Brasil, da qual a Booz Allen Hamilton participou. A sugestão de alguns temas abordados neste trabalho, pela Sra. Sawaya, visavam adiantar um trabalho a ser empreendido na hipótese da Booz Allen Hamilton ser a contratada para o serviço, o que infelizmente acabou não se concretizando. O objetivo desta análise é verificar as alterações nos modelos de negócio e na dinâmica do mercado de circuitos integrados, e a estrutura legal e produtiva do Brasil para empreender sua inserção neste mercado estratégico para uma sociedade cada vez mais baseada em informação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Competitividade das localizações

A competitividade das localizações é um tema que decorre a partir da observação de que certas atividades econômicas se concentram em determinadas localidades, o que leva a questão das razões da existência destas concentrações. Abstraindo – se para o nível das nações, existe grande disparidade entre a prosperidade econômica das nações do mundo. Porter (1990) afirma:

“A prosperidade nacional não é algo herdado, mas fruto do esforço criativo humano. Não é algo que emana dos dotes naturais de um país, de sua força de trabalho, das taxas de juros ou do valor da moeda, como insistem os economistas clássicos.”

Porter defende que a prosperidade das nações seja explicada pela sua produtividade, ou seja o resultado obtido a partir dos fatores de produção como recursos naturais, trabalho, e capital. A importância da produtividade decorre de ela ser o determinante do nível de vida dos habitantes de um país.

Desta maneira, para se analisar países como um todo os fatores mais importantes são a sua produtividade e sua taxa de crescimento. Definir a competitividade de um país através dos saldos de sua balança comercial é inadequado, pois um país poderia obter grandes exportações através de mudanças cambiais e baixos salários ao mesmo tempo que importa os produtos mais sofisticados, nos quais sua indústria não é competitiva, o que pode gerar superávites mas compromete o padrão de vida da sua população.

Para se descobrir os determinantes da produtividade e da taxa de crescimento, é preciso analisar a competitividade não do país como um todo, mas sim dos setores e segmentos setoriais e das empresas que neles atuam. Porter (1990) afirma que as empresas concorrentes com verdadeiras vantagens competitivas se localizam em poucos países.

A linha de raciocínio para a maior pertinência do enfoque da competitividade de setores e da produtividade em relação as vantagens comparativas da teoria clássica (custos, recursos naturais, etc.) é o fato da produção cada vez mais demandar menos trabalho e recursos naturais e mais tecnologia. O exemplo dos semicondutores é bastante interessante aqui, pois a matéria prima é das mais abundantes na natureza (silício), porém o grande valor agregado da indústria está nos projetos e operações de manufatura que se adicionam à matéria – prima, em sua maior parte por trabalhadores altamente especializados e treinados.

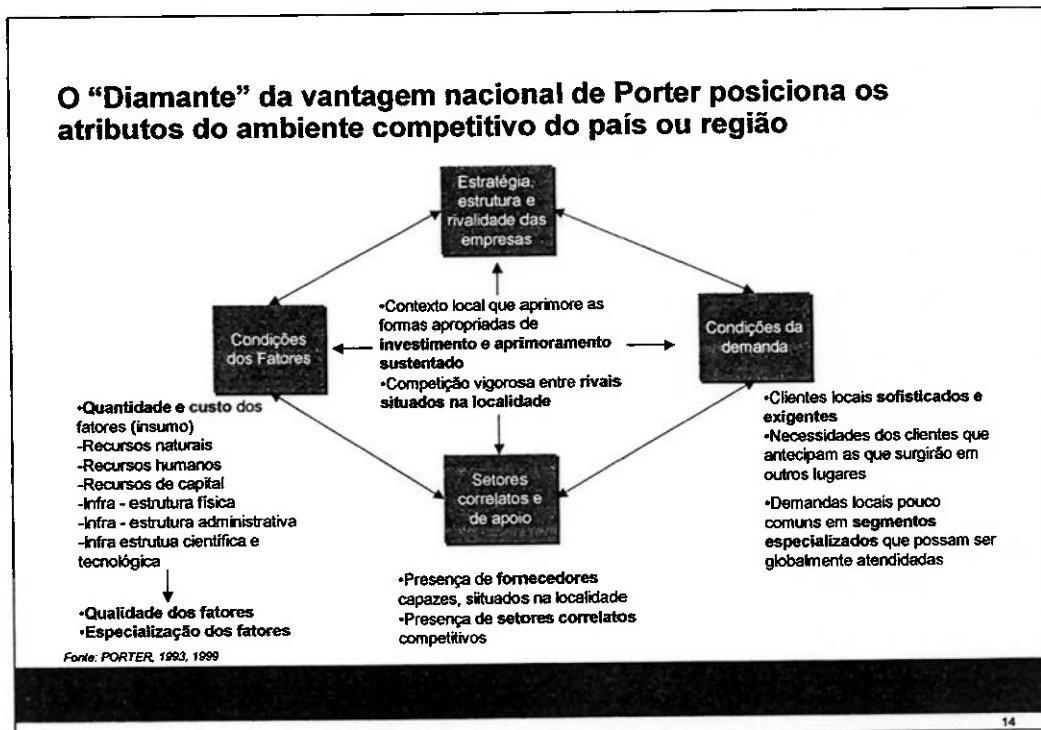
Em linha com o paradigma da tecnologia, Porter (1990) defende a inovação como motor da competitividade das empresas, tanto em produtos como em processos. A inovação gera as vantagens competitivas das empresas, e deve ser um processo contínuo, pois os concorrentes tendem a emular as estratégias de sucesso. Mesmo existindo barreiras à essa emulação, cedo ou tarde existem caminhos que permitem que a vantagem competitiva inicial estabelecida pela inovação seja solapada.

A principal questão colocada é o porque das empresas com sede em determinados países serem capazes de promover inovações consistentes buscando sempre a melhoria contínua,. Porter (1993,1990) propõe quatro atributos principais de um país:

- Condições dos fatores: por exemplo, mão de obra e infra – estrutura
- Condições da demanda: exigências do mercado consumidor do país para determinado setor
- Setores correlatos e de apoio: a presença ou ausência no país de setores fornecedores e correlatos que sejam internacionalmente competitivos
- Estratégia, estrutura e rivalidade das empresas: as condições predominantes no país, que determinam como as empresas são constituídas, organizadas e gerenciadas, assim como a natureza da rivalidade no mercado interno

Esses determinantes constituem o ambiente onde as empresas nascem e aprendem a competir. Porter propõe o “diamante” da vantagem nacional ilustrando

que cada ponto e o sistema como um todo afetam os ingredientes para o sucesso competitivo internacional, em especial a inovação. O “diamante” é apresentado a seguir:



14

Gráfico 1 - O “diamante” da Vantagem Nacional proposto por Michael Porter (1993)

Vamos analisar agora cada um dos determinantes da competitividade nacional segundo Porter (1990,1993).

2.1.1. A condição dos fatores

Os fatores de produção são os insumos necessários para competir em qualquer indústria, como terra cultivável, minérios, força de trabalho (sua qualificação e salários), capital e infra – estrutura. De acordo com a teoria clássica do comércio, países exportariam produtos que usam de maneira mais intensiva os fatores neles mais abundantes, por exemplo países com mão de obra barata poderiam se converter em bases de manufatura e montagem intensiva em mão de obra.

Porter (1993) prefere focar não o estoque de fatores, mas sim a intensidade com que são criados, em especial os fatores humanos e ligados à tecnologia, que

possibilitam a criação e desenvolvimento dos setores mais modernos e geradores de valor. Outro conceito de PORTER (1993) é a desvantagem seletiva, onde a carência de determinados fatores pode se converter em uma vantagem através do esforço de superação envolvendo a criação de tecnologias. Um exemplo citado é a Holanda e sua indústria de flores, que se desenvolveu apesar de condições anecúmenas de clima e pequenos espaços de terra disponíveis, através do desenvolvimento de estufas e técnicas de conservação de energia.

Os fatores podem ser agrupados nas seguintes categorias:

- Recursos humanos: quantidade, capacidade e custos de pessoal, desde operacional até a direção, considerando – se suas horas normais e ética do trabalho.
- Recursos físicos: abundância, qualidade, preços e facilidade de acesso da terra, água, energia, etc., assim como a localização de um país em relação aos seus fornecedores e clientes, que influem nos aspectos logísticos de tempo e custo.
- Recursos de conhecimento: o estoque que o país tem de conhecimentos técnicos, científicos e de mercado. Muitas fontes podem ser consideradas para esses recursos, como universidades, institutos de pesquisa (governamentais e privados), órgãos estatísticos governamentais, bibliotecas e associações comerciais.
- Recursos de capital: o total e o custo do capital disponível para a indústria. Está ligado a taxa de poupança interna e ao fluxo de investimentos externos diretos.
- Infra - estrutura : tipo, qualidade e valor do sistema de infra – estrutura, como o sistema logístico de transportes e armazenamento, telecomunicações e ainda a infra – estrutura administrativa governamental, como a justiça e as autoridades tributárias.

Além dos estoques das diferentes categorias de fatores mostradas aqui, é chave para a competitividade a capacidade de geração contínua dos fatores. Assim,

países com institutos de pesquisa desenvolvidos podem continuamente gerar mais conhecimento, o que alavanca as capacidades das indústrias desses países.

2.1.2. Condições da demanda

De acordo com Porter (1993), a demanda interna de seu mercado de origem é um poderoso condicionante para a competitividade de uma empresa. Mais do que o tamanho, é importante a qualidade desta demanda. Assim, países que por razões culturais ou de negócios tenham demandas sofisticadas ou significativas, acabam por fazer com que suas empresas desenvolvam as competências para suprir esta demanda, desde que estejam expostas à competição. A demanda interna está ligada aos seus fatores de composição, tamanho, padrões de crescimento e internacionalização.

Com relação à composição da demanda, é importante prestar atenção à estrutura dos segmentos de mercado, às exigências dos compradores e as necessidades precursoras do comprador. As estruturas dos segmentos podem revelar nichos onde a demanda de um país (ou região, conforme veremos mais adiante) pode ser significativa, mesmo que aparentemente a demanda global não o seja. As exigências dos compradores determinam um ambiente mais competitivo quanto mais sofisticados e exigentes forem os compradores. Finalmente, as necessidades precursoras dos segmentos estão muitas vezes ligadas a razões históricas e culturais, como no exemplo das necessidades japonesas de produtos compactos e da preocupação dos suecos com segurança e deficiências físicas que permitiram aos produtos de suas indústrias terem vantagens competitivas nestes atributos. Obviamente, as necessidades precursoras da demanda devem ser aplicáveis a e desejáveis por outras regiões para se converterem em vantagens competitivas.

O tamanho e o padrão de crescimento da demanda também são fundamentais para o ambiente competitivo. Com as considerações clássicas de escala, o tamanho do mercado interno é especialmente importante para segmentos com pesadas necessidades de pesquisa e desenvolvimento, economias de escala na produção, grandes saltos na tecnologia ou altos níveis de incerteza.

Outros fatores que influenciam a competitividade pelo lado da demanda são o número de compradores, que eleva a exigência de inovação e desenvolvimento e ainda a dinâmica desta demanda. Assim, demandas em rápido crescimento podem estimular investimentos os quais competidores de mercados mais estagnados não estariam dispostos a fazer, permitindo tanto a captura de capacidade quanto maiores tecnologias. Este benefício pode ser especialmente importante para entrantes tardios em uma determinada indústria ou segmento. Por outro lado, a saturação precoce pode ser benéfica desde que haja competição no mercado interno, pois estimula a busca por mercados externos e a inovação para superar as barreiras do mercado. Esse é o contraponto do efeito de complacência que grandes mercados podem exercer sobre companhias que não enfrentem grande competição.

A internacionalização da demanda, por sua vez, está ligada aos compradores móveis ou multinacionais, como viajantes de negócios e turistas e também a influência sobre as necessidades estrangeiras, por meio de exportação de produtos culturais como cinema e ainda do treinamento oferecido em universidades e equipamentos associados. Porter (1993) colocou esta formulação antes da massificação da Internet comercial, porém esta pode ser uma ferramenta de internacionalização através da maior facilidade de acesso à informação e comércio entre agentes distantes.

Todos os fatores acima interagem dinamicamente e se relacionam com outros do “diamante”. Assim, sem setores de apoio eficientes possivelmente as empresas não consigam responder às demandas dos seus mercados internos exigentes, e conforme mencionado em exemplos acima, a falta de uma competição forte no mercado interno pode levar a complacência e não à competitividade.

2.1.3. Setores correlatos e de apoio

Porter (1993) enfatiza a importância de setores correlatos e de apoio para o desenvolvimento da vantagem competitiva de uma indústria. Tanto setores fornecedores como correlatos, isto é, que guardem algumas semelhanças ou comunidades, exercem influência sobre a competitividade.

No caso dos setores fornecedores, a presença de uma indústria forte localmente permite um grande intercâmbio de informações e ainda a competição entre as indústrias fornecedoras favorece a compra de insumos. Além disso, a vantagem competitiva de algumas indústrias em especial conferem vantagens competitivas às empresas do país em outras indústrias por produzirem insumos altamente usados e importantes para a inovação e internacionalização. Exemplos de tais indústrias são as de semicondutores, *software* e comércio. A principal vantagem de se ter fornecedores fortes locais está ligada à inovação e aperfeiçoamento.

No caso das indústrias correlatas, ocorre um efeito que ilustra a natureza dinâmica dos determinantes de competitividade: com freqüência, a competitividade em determinadas indústrias leva ao surgimento de setores fortes que guardam com os primeiros alguma similaridade. Assim, no exemplo citado por Porter (1993) temos que a competitividade da Dinamarca em cervejas (por exemplo, Carlsberg) e laticínios (MD / Arla Foods) acabou impulsionando o setor de enzimas industriais (Danisco).

2.1.4. Estratégia da empresa, estrutura e rivalidade

Porter (1993) discorre sobre os diferentes arranjos empresariais em diversos países como sendo determinantes de vantagens competitivas, como por exemplo a formação em engenharia presente em grande parte dos gerentes de empresas alemãs favorecendo o aprimoramento técnico de produtos. Além da estrutura, as metas nacionais e pessoais exercem influência importante. Assim, setores considerados prioritários ou que gozem de prestígio em certos países acabam por ter acesso mais fácil aos indivíduos mais talentosos e a outros recursos, assim como mantém sua força de trabalho mais motivada.

A rivalidade no mercado interno é de extrema importância, pois como visto anteriormente, vantagens em recursos e mercados podem se converter em desvantagens através da complacência decorrente da falta de competição.

Mercados com alta rivalidade produzem competitividade através dos seguintes efeitos:

- efeitos da concentração: a presença de muitos competidores facilita o fluxo de informações, como por exemplo em associações industriais e estimula a formação de novos negócios, competidores ou fornecedores
- competitividade interna vs. Externa: se as firmas vencedoras são capazes de ser bem sucedidas em um ambiente interno competitivo, possivelmente elas conseguirão fazer frente também aos seus competidores externos
- competição inovadora: quando se tem vários competidores em um mesmo país ou região, muitos dos fatores são compartilhados e não existem vantagens para nenhum dos agentes. Assim, as empresas são obrigadas a desenvolver inovações e tecnologias de alto nível para se diferenciarem dos competidores internos.

2.1.5. O “diamante” como um sistema

O “diamante” indica não apenas as características determinantes da vantagem competitiva nacional, mas indica que eles se influenciam mutuamente. A dinâmica do diamante mostra, por exemplo, que a rivalidade doméstica é um poderoso motivador para a formação de fatores e possibilita as condições para que a demanda se torne cada vez mais exigente.

Porter (1990) destaca ainda que raramente um país sedia apenas um setor competitivo, mas sim cria aglomerados (*clusters*) de setores competitivos, em localizações específicas (cidades, regiões) baseadas nas relações entre agentes. Os aglomerados exercem um poderoso efeito de reforço do grupo de setores que o formam.

A inovação contínua que assegura a manutenção da vantagem competitiva para uma indústria em um país está ligada a todos determinantes expostos aqui. Contudo, no processo inicial de formação de uma indústria, raramente todos os fatores estão presentes. Normalmente, a formação de uma indústria local é provocada por um de três determinantes que apresenta uma situação competitiva favorável: a condição dos fatores, indústrias correlatas ou de apoio fortes ou condições de demanda.

Condições de fatores fortes, como a presença de recursos naturais, muitas vezes atraem a atenção inicial de investidores, assim gerando empresas para sua exploração. Pesquisas e inovações acadêmicas podem levar também a formação de empresas e setores. Indústrias correlatas e de apoio fortes por vezes também são a semente de novos empreendimentos, através da expansão vertical na cadeia por parte dos fornecedores ou mesmo através de empresas fundadas por antigos empregados que resolvem empreender a exploração de novas oportunidades. Finalmente, as condições da demanda exercem influência sobre as condições de surgimento de empresas, como nos exemplos do setor de defesa e computação norte – americanos, influenciados pelo grandes gastos governamentais.

2.1.6. Papéis de governos, empresas e do acaso em Porter

Além dos determinantes do “diamante” apresentados acima, dois outros fatores exercem influencia sobre eles: o acaso, ou circunstâncias além do controle dos agentes, e a atuação dos governos. Porter (1993) coloca que o governo e o acaso não devem ser considerados determinantes, mas seu papel é o de influenciar os outros quatro, em especial no caso do governo.

O acaso seriam as rupturas que criariam novos cenários, como por exemplo invenções ou guerras. Se o acaso pode ser uma força inicial, é necessário que os determinantes estejam presentes em um país para que ocorra nele o desenvolvimento. Forças destrutivas podem gerar alterações nas condições de demanda e estimular as inovações para contorná – las, como no caso da industrialização brasileira provocada pela restrição de demanda causada pelas guerras mundiais. (VASCONCELLOS, 2002).

O papel dos governos é considerado por Porter (1990) uma questão delicada. Porter (1993) coloca que existem duas visões defendidas por muitos, em lados opostos: uma seria a de que o governo é um auxiliar e promotor indispensável dos setores, devendo atuar diretamente nos setores considerados prioritário através de políticas. A outra estaria ligada ao liberalismo clássico, de que o governo deveria deixar a dinâmica da economia a cargo da “mão invisível” do mercado. Porter (1990) discorda de ambas as visões, afirmando que tanto a intervenção do governo acabaria

por erodir a posição competitiva das empresas a longo prazo e torná-las cronicamente dependentes da ajuda governamental, quanto seria um erro ignorar as possibilidades e o papel do governo como formador do contexto e da estrutura institucional em torno das empresas e da criação de um ambiente propício que estimule a conquista da vantagem competitiva por elas.

Porter (1990) afirma que os governos devem evitar o erro de sufocar a competição interna e sim estimulá-la. Outro ponto levantado por PORTER (1990) é o descompasso entre os tempos de maturação competitiva da maioria das indústrias e os horizontes dos governos. Exemplificando, a indústria automobilística japonesa já iniciou suas exportações em meados dos anos 50, porém a conquista de uma posição internacional forte só viria 20 anos depois. Para os governos democráticos, contudo, décadas são eternidades (e eleições) e assim existe uma tendência maior para se adotar medidas com impactos mais imediatos como barreiras protecionistas. Mais, os governos em geral relutam em tomar medidas com impactos negativos imediatos em setores e empresas, mesmo que a longo prazo elas sejam benéficas, como por exemplo desregular um setor que leve a falências de algumas empresas.

Porter (1990) sugere uma série de abordagens para os governos de maneira que eles promovam a busca da vantagem competitiva por suas empresas:

- Foco na criação de fatores especializados
- Evitar a intervenção nos mercados dos fatores e nos mercados monetários
- Aplicar normas rigorosas sobre produtos, segurança e meio ambiente
- Restringir ao máximo a cooperação entre setores rivais
- Promover objetivos que conduzam a investimentos sustentados
- Desregulamentação da concorrência
- Aplicar políticas internas vigorosas de defesa da concorrência
- Evitar a ingerência na comercialização

2.1.7. Etapas de desenvolvimento competitivo e políticas para governos de países em desenvolvimento.

O ciclo do desenvolvimento das vantagens competitivas nacionais passa, segundo Porter (1993:614) por quatro etapas:

- Impulsionada por fatores: as vantagens competitivas das empresas nesta fase são oriundas principalmente dos fatores como matérias primas e mão de obra barata. Normalmente o desenvolvimento é feito com tecnologia externa e a economia é muito sensível aos ciclos mundiais e a taxa de câmbio.
- Competição impulsionada por investimentos: esta etapa é baseada na disposição e na capacidade do país e de suas firmas de investir agressivamente para criar e modernizar seu parque produtivo e adquirir e desenvolver tecnologias. As indústrias nas quais o país pode ter mais sucesso são aquelas onde a demanda do mercado interno é relativamente grande, devido às circunstâncias locais. Além da demanda, nesta fase se destaca as indústrias que demandam capital e escala, mas tem grande custo de mão de obra, produtos padronizados, baixo conteúdo de serviços e tecnologia acessível. Nesta etapa os governos podem ter papel fundamental através da canalização do capital escasso para determinadas indústrias, fornecer proteção temporária para estimular a entrada de novos rivais e promover a escala, estimular a aquisição de tecnologia estrangeira, estimular as exportações e criar e melhorar os fatores.
- Competição impulsionada pela inovação: enquanto na etapa impulsionada por investimentos o determinante dos setores correlatos não se encontrava ainda desenvolvido, nesta etapa todos os determinantes funcionam e interagem. Embora a economia enfrente menos vantagens com os fatores, em função por exemplo de um aumento do nível dos salários, o desenvolvimento de tecnologias de produto e processo compensam este efeito com sobras. Nesta fase as empresas efetivamente criam tecnologia e a base industrial do país se expande para diferentes setores e também se internacionaliza. O papel do governo nesta etapa é bastante diferente da

etapa anterior, pois a liderança na criação de fatores passa a ser das empresas. As medidas mais intervencionistas tem menor sentido e eficácia, e os governos devem prestar mais atenção à criação de fatores mais adiantados como recursos humanos e tecnologia, melhorar a demanda interna, promover um ambiente favorável a criação de novos negócios e preservar a rivalidade interna.

- Competição impulsionada pela riqueza: a quarta fase é considerada por Porter (1993) como sendo uma fase de declínio, onde a riqueza acumulada nas fases anteriores se torna uma força que visa manter seu *status quo* e diminui a velocidade de inovação, causando a erosão de fatores competitivos embora haja empresas e indivíduos com grande riqueza acumulada.

Em economias em desenvolvimento, o principal desafio é superar a etapa da vantagem nacional impulsionada pelos fatores. O desafio é grande, pois esses países devem desenvolver as quatro áreas do “diamante”, e como eles são interdependentes, o avanço global é tão rápido quanto o da área mais atrasada. Porter (1993) sugere que um país em desenvolvimento se concentre na criação de fatores adiantados, como educação, capacidade técnica, base de informações e infra – estrutura.

Porter (1993) analisa ainda o modelo de substituição de importações, questionando a sua eficácia, pois a indústria assim implantada teria poucas vantagens competitivas e chances escassas de atuar nos mercados internacionais. Porter propõe como alternativa selecionar as indústrias nas quais o país tem maiores vantagens competitivas, presentes ou potenciais e que sejam estimuladas a formação de aglomerados a partir destas indústrias.

Outro ponto levantado por PORTER (1993) é a questão do desenvolvimento via subsidiárias de ETNs (Empresas Transnacionais) ou de empresas nacionais. O desenvolvimento através apenas de subsidiárias de ETNs acabaria por ficar mais “amarrado” à primeira etapa, motivada pelos fatores, como recursos naturais e mão de obra barata. A criação de empresas com base nacional no país, um caminho

certamente mais arriscado e longo, apresenta maior potencial para que seja superada a fase da vantagem impulsionada por fatores.

As ETNs devem ser então um componente da estratégia econômica do país e devem ainda ser atraídas as ETNs que possam conquistar a vantagem competitiva criar grupos, estimulando por exemplo a formação de indústrias correlatas e de apoio locais. Outro critério é evitar as ETNs cuja localização no país esteja ligada simplesmente aos fatores básicos. Porter (1993) afirma que “se a multinacional está se localizando no país apenas devido à mão – de – obra barata, a estabilidade do investimento torna – se, em última análise, suspeita.”. O exemplo recente de relocação de “maquiladoras” da fronteira entre México e Estados Unidos para a Ásia, devido à elevação de salários naquele país reforça a posição de Porter (1993).

2.1.8. A Teoria dos Aglomerados de Porter e Competição

Um desdobramento importante das teorias sobre vantagem competitiva de Porter (1993) é o conceito de aglomerado (*cluster*, no original). Porter (1999:211) define aglomerado da seguinte maneira:

“Um aglomerado é um agrupamento geograficamente concentrado de empresas inter – relacionadas e de instituições correlatas em uma determinada área, vinculadas por elementos comuns e complementares. O escopo geográfico varia de um única cidade ou estado para todo um país ou mesmo uma rede de países vizinhos.”

Vários exemplos são citados por Porter (1999), como o aglomerado de calçados e couros de moda na Itália e de equipamentos médicos em Massachussets. Em um aglomerado, estão presentes e se relacionam as empresas de produtos finais, fornecedores de matérias – primas, componentes, e serviços especializados, e também clientes, distribuidores, instituições governamentais, universidades.

Porter (1999) ressalva que para a inovação e o aumento de produtividade dela decorrente florescerem, é preciso que qualquer localização, antes de se considerar o efeito dos aglomerados, tenha um ambiente de negócios apresentando condições

básicas, como estradas, redes de telecomunicações e instituições governamentais funcionais. Desta maneira, um negócio não conseguirá operar com eficiência se estiver sob o fardo de burocracias que imponham entraves e diálogos sem fim com o governo, e não conseguirá criar esquemas logísticos inovadores se não dispuser de um mínimo de condições de estradas ou de outros modais. Estes fatores são muitas vezes restrições em países em desenvolvimento. Porter (1999) coloca que no entanto, uma vez superadas os requisitos básicos do ambientes de negócios, os aspectos mais decisivos são os aglomerados e suas interações.

Colocando - se os aglomerados no contexto do “diamante” da vantagem competitiva, eles representam o determinante dos setores correlatos e de apoio, porém Porter (1999) prefere interpretá-los como a interação de todos os determinantes e um fator que estimularia a competição de três maneiras: pelo aumento da produtividade, pelo fortalecimento da capacidade de inovação e pelo estímulo à formação de novas empresas.

Os aumentos de produtividade no âmbito dos aglomerado ocorrem, segundo Porter (1999) por uma série de fatores:

- Acesso a insumos e a pessoal especializado: a obtenção de insumos localmente, junto aos próprios participantes do aglomerado, em geral reduz os custos. O fato de existirem várias empresas do mesmo ramo em uma área cria sinergias de localização, como por exemplo para congressos, e estimularia trabalhadores especializados a se fixarem na região. Esta análise é o ponto central da geografia econômica de Krugman (1991), porém Porter (1999) destaca mais o efeito dos extravasamentos (*spillovers*) criados pelas empresas de vários setores correlatos para fornecedores e outros agentes.
- Acesso à informação: A proximidade favorece o intercâmbio de informações, inclusive informações mais restritas.
- Complementaridades: as partes de um aglomerado em geral são dependentes entre si. Por exemplo, em um aglomerado de serviços de turismo; transportes, hospedagem e alimentação estão entrelaçados. O

- aglomerado permite a promoção conjunta, como por exemplo em feiras de negócios, de todo o setor produtivo de uma região, e também facilita a definição de normas e padrões que orientem a produção.
- Acesso a instituições e a bens públicos: os aglomerados apresentam o benefício do acesso a bens públicos e quase públicos como instituições, centros de pesquisa, governamentais ou mesmo privados (por exemplo formados a partir de associações comerciais). O próprio treinamento e qualificação dos trabalhadores e a reputação da região acabam se configurando como bens semi – públicos do aglomerado
 - Incentivos e mensuração do desempenho: a pressão dos pares e o prestígio que as empresas de um aglomerado devem alcançar e manter, constituem poderosos incentivos à competitividade e a orientação de ações que visem o sucesso a longo prazo, desestimulando comportamentos predatórios.

Com relação à inovação, os elementos citados anteriormente como propulsores da produtividade também atuam de maneira a estimular a inovação em um aglomerado. O maior acesso à informação permite que técnicas e conhecimentos se espalhem com maior facilidade. Outro ponto é a maior facilidade para produzir experimentos devido à proximidade com empresas correlatas e instituições locais. Além disso, a pressão dos pares mencionada anteriormente também é estímulo a inovação, pois em condições parecidas de fatores, a inovação desponta como caminho para um agente que deseja se sobressair, e por outro lado uma inovação em particular em um ambiente como o de um aglomerado não se sustenta por longo tempo, o que cria um ciclo de inovação contínua, desde que haja os fatores para isso como recursos humanos e tecnológicos, e mercados que absorvam as inovações.

A formação de novas empresas é estimulada pelos aglomerados através das redes de relacionamento. Segundo Porter (1999:237), nos aglomerados “as barreiras de entrada são mais baixas que em outros lugares”, pois é mais fácil reunir os recursos que estão disponíveis mais proximamente. Além disso, os profissionais no aglomerado têm maior capacidade de perceber as lacunas existentes no sistema de produção, o que facilita a formação de novas empresas para explorá-las.

De acordo com Porter (1999) os aglomerados que possuem orientação externa são os impulsionadores das economias de suas localidades. Tais aglomerados se contrapõe aos serviços locais como restaurantes, imóveis, entretenimento e às subsidiárias locais de empresas de outras localidades, como escritórios de vendas, centros de distribuição, escritórios regionais e mesmo instalações de montagem. O impulso desses aglomerados se deve ao fato de que sua demanda não está restrita ao mercado local, oferecendo possibilidades muito maiores de crescimento e na verdade “puxando” o desempenho dos outros setores locais.

Nas economias em desenvolvimento, a visibilidade dos aglomerados é menor pela maior dependência de insumo, tecnologia e capital estrangeiros, e muitas vezes terem apenas alcance local. Por vezes empresas tem que se integrar verticalmente para obter seus insumos, ou são totalmente dependentes do exterior, e acabam sendo ilhas de competitividade. Porter (1999) coloca que “o desenvolvimento de aglomerados que funcionem bem é um dos passos essenciais na evolução para uma economia avançada.”. Isto porque para se melhorar a renda e o padrão de vida, deve-se aumentar a produtividade e o valor dos produtos. Neste aumento da produtividade, os aglomerados tem um papel fundamental, pelos motivos listados anteriormente.

2.1.8.1. Dinâmica dos aglomerados

Embora os aglomerados possam se formar por diversas razões, como por exemplo invenções ou investimentos correlatos de empresas ou governos, seu desenvolvimento segue as interações entre os determinantes da competitividade, que quando presentes reforçam – se mutuamente. Em particular, são importantes a rivalidade interna no aglomerado, que gera a competição, o ambiente favorável a formação de novas empresas e mecanismos eficazes de reunião das empresas como associações comerciais.

Segundo Porter (1999), os aglomerados levam mais de dez anos para desenvolver sua profundidade de relações e adquirir vantagem competitiva, o que explicaria a falha de tentativa de criação de aglomerados por parte de governos. É interessante lembrar que no “diamante”, o principal papel do governo não é ser um

quinto determinante, mas apoiar condições de formação dos outros quatro, em especial dos fatores de produção avançados.

Em termos nacionais ou globais, é possível acelerar rapidamente o desenvolvimento de aglomerados atraindo participantes de outras regiões ou países. O aglomerado em crescimento começa a induzir o ingresso de investimento externo direto, através de implantação de operações de fabricação ou serviço e de novos fornecedores.

É necessário que as forças citadas estejam presentes sem entraves para que o ciclo de desenvolvimento prossiga. Assim, bloqueios à competição como cartéis, instituições com outras prioridades que não o desenvolvimento, bloqueios à formação de empresas e ao investimento são capazes de barrar o desenvolvimento dos aglomerados. Porter (1999) afirma ainda que as muitas barreiras que existem no mundo à competição permitem que aglomerados sem vantagens competitivas sobrevivam, porém a crescente abertura da economia para a competição fará com que estes desapareçam.

2.1.8.2. Papel do governo

O governo tem um papel importante a desempenhar no processo de desenvolvimento da economia, e portanto dos aglomerados. Este papel se inicia em um nível mais elementar, de promover a estabilidade macroeconômica e política. O segundo papel é melhorar a eficiência microeconômica da economia, aumentando a eficiência e qualidade dos fatores (insumos básicos) como mão de obra educada, infra – estrutura física e informação econômica. O terceiro papel do governo é definir regras microeconômicas que estimulem a concorrência, garantam direitos dos consumidores, assegurem um sistema tributário justo e eficiente e estimulem a inovação.

A quarta atribuição do governo está ligada aos aglomerados propriamente ditos. Porter (1999) afirma que os governos deve facilitar o desenvolvimento e o aprimoramento de todos os aglomerados, sem preferências. O incentivo do estado aos aglomerados, contudo, não deve ser visto como política industrial. Porter (1999)

coloca contrapontos entre a teoria dos aglomerados e política industrial, que serão explorados adiante. Outro ponto é que as políticas de aglomerados devem ocorrem preferencialmente em um nível mais local, como estados ou municípios.

Todos os aglomerados possuem o poder de aumentar a produtividade e gerar maiores ganhos para seus agentes, e também de potencializar a produtividade de outros aglomerados, daí a importância de se estimular mesmo aglomerados tradicionais, como os ligados a agricultura. (PORTER, 1999). É importante buscar aprimorar aglomerados já existentes, ao invés de tentar implantar forçosamente novos aglomerados, pois os aglomerados já existentes, ainda que embrionários já passaram por testes no ambiente competitivo do mercado, e foram fruto do processo natural de localização onde existiam determinantes das vantagens competitivas. O desenvolvimento do aglomerado por parte do governo deve atuar nesses determinantes, reforçando suas características e não tentando emular modelos completos de outras localidades. Desta maneira devem ser exploradas as características locais e procuradas áreas de especialização que possibilitem maior desenvolvimento dadas estas características.

O investimento externo direto pode semear e fertilizar aglomerados, sendo os esforços mais eficazes para a atração investimento externo direto aqueles onde são atraídas várias empresas da mesma área de atividade com investimentos paralelos em fatores do ambiente de negócios, como treinamento especializado e infra – estrutura.

O aprimoramento dos aglomerados passa pela remoção de entraves ao aumento de produtividade e à inovação em seu interior, como ineficiências de regulação e treinamento não adequado para as necessidades dos aglomerados.

O quadro a seguir mostra as principais influências do governo no aprimoramento dos aglomerados:

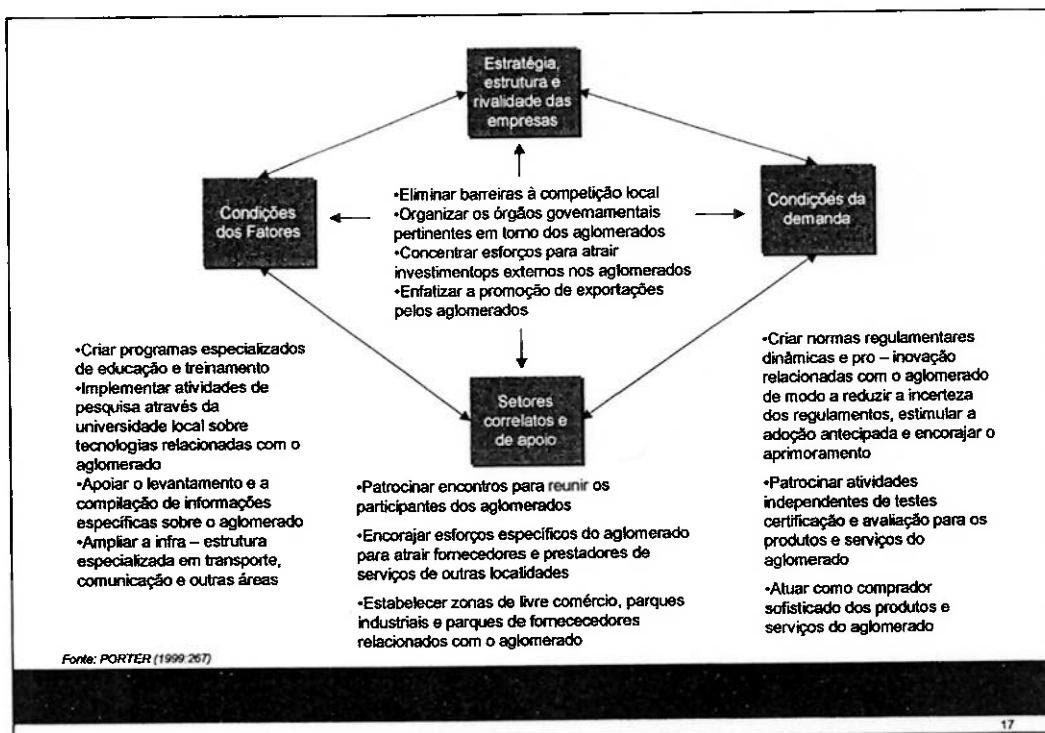


Gráfico 2 - As influências do governo no aprimoramento dos aglomerados (PORTER, 1999)

Porter (1999) ressalta ainda que o investimento estrangeiro pode ser uma ferramenta importante para encorajar o crescimento dos aglomerados nos países em desenvolvimento, um vez que o ingresso de uma ou duas ETN em um campo acaba por atrair ou estimular a formação de outras empresas.

Contudo, é necessário não apenas atrair investimentos de ETNs, mas realizar um trabalho contínuo para melhorar os determinantes, conforme exposto anteriormente. Porter (1999) cita o exemplo da fábrica da Intel na Costa Rica, onde além da atração da fábrica os planos incluem melhorias no treinamento, aprimoramento da infra – estrutura de comunicação de dados e estímulo ao uso de computadores nas escolas. As condições de competitividade prévias são também fundamentais. Prosseguindo no mesmo exemplo, a Costa Rica investe 6% do seu PNB em educação¹, um dos índices mais altos da região. Além disso, possui a maior quantidade de computadores per capita da América Latina e de uma rede estabelecida

¹ O Brasil investe 5% do seu PNB em educação. (UNCTAD, 1998)

de institutos de pesquisa. Outro ponto chave na decisão pela localização do investimento foi o histórico costarriquense de estabilidade política.

A teoria dos aglomerados apresenta assim um papel importante para os governos. Um paradoxo interessante é que com a abertura das economias à competição global, as vantagens competitivas, na visão de Porter (1999), serão mais do que nunca locais. Isto ressalta a importância dos governos atuarem nos determinantes da competitividade.

2.1.8.3. Discussões sobre aglomerados e política industrial e contrapontos

Porter (1999) procura esclarecer que a Teoria dos Aglomerados possui uma visão conceitual diferente da política industrial. A Teoria dos Aglomerados preconiza que sejam removidas as barreiras ao aumento de produtividade e à inovação, o que estimularia o desenvolvimento e levaria a um crescimento do mercado. Para Porter (1999), a visão da política industrial seria limitada, buscando apenas conquistar espaço no mercado, derivada da visão de comércio internacional como sendo um jogo de soma zero. Além disso, a Teoria dos Aglomerados tem como ponto primário a competição, ao passo que a política industrial tentaria suprimi-la, por considerá-la um desperdício de forças.

É interessante comparar a Teoria dos Aglomerados com a visão de Krugman (1991) sobre geografia econômica. A Teoria dos Aglomerados considera que o surgimento de aglomerados, se deve aos determinantes presentes em uma dada localidade, e também o acaso pode desempenhar seu papel, porém sendo impulsionado pelos determinantes de competitividade. Krugman (1991) defende uma visão de que as indústrias surgem, por vários motivos como o acaso ou mesmo incentivos de políticas industriais e o simples fato de um indústria estar situada em determinado local faz com que este seja o mais atraente em termos microeconômicos para que outra indústria lá se estabelece, devido aos efeitos do compartilhamento da mão de obra. Tanto trabalhadores seriam beneficiados, por diminuir o risco do desemprego, quanto as empresas teriam menor oscilação nos níveis de salários pagos, o que acabaria por gerar benefícios.

Krugman (1991) coloca o benefício do compartilhamento da força de trabalho como fator chave da concentração de localização, e coloca o ponto de que mesmo indústrias de baixa tecnologia (que dependem fortemente do fator mão de obra) como carpetes são altamente localizadas. Krugman (1991) coloca os extravasamentos tecnológicos em segundo plano, diferenciando – se da Teoria dos aglomerados, que destaca em especial os efeitos dos extravasamentos como sendo um dos principais benefícios dos aglomerados. A lógica da teoria de Krugman favorece a conclusão de que uma vez iniciado o processo de concentração de uma indústria de bens comerciais ele iria se auto alimentando, e que o fator chave determinante é a presença dos trabalhadores necessários para aquela indústria, que levariam ao processo de concentração para usufruir os benefícios do compartilhamento. Desta forma, se os fatores como universidades seriam importantes para indústrias de alta tecnologia, esta seria a única distinção entre estas e indústrias de tecnologia mais baixa, e a concentração seria decorrente do rendimento microeconômico do compartilhamento da força de trabalho.

2.2. Competitividade em manufatura

A abordagem da competitividade das localizações delineada por Porter (1990,1993) lida principalmente com a estratégia corporativa, e os rumos tomados pelas empresas em busca da competitividade e do sucesso. Em operações de manufatura, sem entrar no mérito de questões de estratégia corporativa como portfolio de produtos (o que fazer) mas sim centrando – se no como fazer, é preciso analisar os fatores que tornam uma operação de manufatura competitiva. Isso é especialmente crítico quando se considera a desverticalização de processos dentro de cadeias produtivas e se estabelecem operações cuja principal competência é a manufatura, como as CEMs. (LAKENAN, BOYD e FREY, 2001).

Desta maneira, iremos aqui revisar os conceitos de competitividade em manufatura estabelecidos por Nigel Slack (1993). De acordo com Slack (1993), a vantagem em manufatura significa “fazer melhor”, ou seja, ter um desempenho superior que a concorrência para garantir a sobrevivência a longo prazo. Na visão de Slack (1993) “fazer melhor” significa 5 coisas:

- Fazer certo: não cometer erros, fazer produtos que estejam dentro das especificações, esta é a Vantagem da Qualidade para a empresa
- Fazer rápido: fazer com que o intervalo de tempo entre o início do processo de manufatura e a entrega do produto ao cliente seja menor que o da concorrência, proporcionando a Vantagem da Velocidade à empresa
- Fazer pontualmente: cumprir as promessas de prazo, implicando estimativas precisas e comunicação eficiente com o cliente. Esta é a Vantagem da Confiabilidade
- Mudar o que está sendo feito: ser capaz de variar e adaptar a operação, seja por mudanças nas necessidades dos clientes ou alteração nas condições de produção. Atendendo à este requisito, a manufatura dá à empresa a Vantagem da Flexibilidade
- Fazer barato: fazer produtos a custos mais baixos do que os concorrentes conseguem administrar. Para se atingir este objetivo é necessário conseguir recursos mais baratos e / ou ter maior produtividade na sua transformação. Esta é a Vantagem de Custo.

Todas as vantagens listadas aqui tem seus aspectos e efeitos internos, para a manufatura da organização e externos, para o mercado. A estratégia de manufatura seria priorizar aqueles fatores mais importantes a partir na análise dos requisitos de mercado. Contudo, os aspectos internos acabam por inter – relacionar as vantagens. Assim, uma empresa cujo principal requisito de mercado é o custo, teria também que desenvolver suas operações de qualidade, não como objetivo final de aumentar a qualidade percebida pelo mercado, mas sim através de menor taxa de erros que diminui as perdas provocadas por processos falhos. O gráfico a seguir esquematiza aspectos internos e externos das vantagens em manufatura:

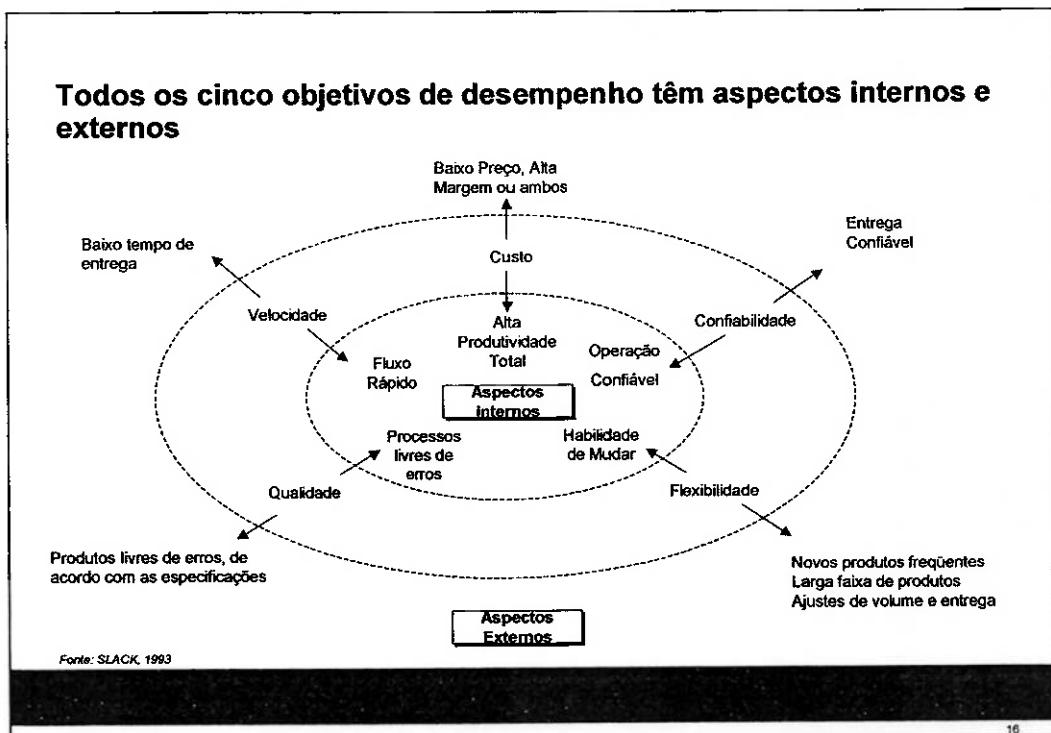


Gráfico 3 - Objetivos de desempenho de manufatura. (SLACK, 1993)

Slack (1993) adverte ainda contra o senso comum de se pensar em termos de trocas, ou seja que ao se melhorar um indicador necessariamente outro deve ser piorado em medida igual ou equivalente. Slack (1993) preconiza que devem ser procuradas maneiras de se elevar o nível de manufatura como um todo, não se prendendo às limitações, pressuposições e cultura atuais. Além do exemplo supracitado de Custo vs. Qualidade, onde o aumento da qualidade acaba por diminuir o custo, pode – se listar também a mudança para maior flexibilidade através de lotes menores sem comprometer a produtividade, através de não se considerar fixos os tempos de troca molde / máquina e sim empregar técnicas para esta redução, como o SMED¹ (*Single – Minute Exchange of Dye*, ou troca de molde em menos de dez minutos – 1 dígito).

¹ O principal autor de referência nesta técnica é Shigeo Shingo. O significado de *single minute* como menos de dez minutos foi obtido em notas de aula do Prof. Dr. Dario Miyake, da Escola Politécnica da USP.

2.3. Competências e papéis de subsidiárias na indústria brasileira

A atração de investimentos na indústria de semicondutores e circuitos integrados no Brasil está ligada à questão de formação de competências e do papel de subsidiárias na indústria brasileira, uma vez que dada a escassez de capitais brasileiros e a natureza global da indústria o modelo de atração de um investimento externo se faz necessário.

2.3.1. Estratégias e competências

Um estudo sobre o tema de estratégias e formação de competências na indústria brasileira é apresentado por Fleury e Fleury (2001). Inicialmente Fleury e Fleury (2001) definem o conceito de competência:

“Definimos, assim, competência: um saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades, que agreguem valor econômico à organização e valor social ao indivíduo.”

As competências podem ser tanto do profissional como da organização. De acordo com Zarifian apud Fleury e Fleury, a emergência do modelo de competências para a gestão de organizações está ligado a três fatores:

- a noção de incidente, ou situações imprevistas que demandem a mobilização não rotineira de recursos para a sua solução
- comunicação: os associados de uma organização devem se entender e partilhar as normas comuns de gestão
- serviços: os processos nas organizações tem como objetivo final atender o cliente (externo) e para isso várias etapa com diferentes clientes (internos) estão entrelaçadas, demandando para isso a comunicação e o atendimento

A estratégia da empresa é fundamental para determinar seu modelo de competências, sendo que o modelo proposto por Fleury e Fleury (2001) é um ciclo estratégia > aprendizagem > competência, com as competências adquiridas

realimentando a estratégia. Fleury e Fleury (2001) colocam três tipos principais de estratégia:

- excelência operacional: empresas que procuram competir por custos
- inovação no produto: empresas que procuram sempre ofertar produtos de ponta, incorporando avanços tecnológicos
- orientada para serviço: especializam – se em atender e mesmo antecipar as necessidades de seus clientes

Cada uma destas estratégias determina competências diferentes em cada área da organização. Fleury e Fleury (2001) apresentam a seguinte tabela:

Estratégia Empresarial	Competências Essenciais		
	Operações	Produto	Marketing
Excelência operacional	► Manufatura classe mundial	► Inovações incrementais	► Marketing de produto para mercados de massa
Inovação em produto	► Scale up e fabricação primária	► Inovações radicais (<i>break-through</i>)	► Marketing seletivo para mercados / clientes receptivos à inovação
Orientada para Serviços	► Manufatura ágil, flexível	► Desenvolvimento de soluções e sistemas específicos	► Marketing voltado a clientes específicos (customização)

Tabela 1 - Tipos de estratégia e formação de competências (FLEURY e FLEURY, 2001)

As empresas que competem pela excelência operacional procuram oferecer ao mercado um produto que otimiza a relação qualidade / preço. Para isto, a sua função crítica são as operações, envolvendo todo o ciclo logístico, desde o suprimento, produção, distribuição e serviços. Alguns exemplos são a manufatura de automóveis e a produção de produtos *commodities*.

A excelência operacional para as empresas que competem por operações começa com o desenvolvimento do produto, onde a empresa procura atender à demanda no mercado já visando otimizar a função Operações. Além disso, são resolvidas características do sistema de operações, envolvendo questões táticas como “onde produzir?”, “como distribuir?”, “como fazer o suprimento?”, etc. A produção em si deve atingir os exigentes padrões de manufatura classe mundial e finalmente o marketing deve acompanhar o desempenho do produto junto aos clientes, iniciando um novo ciclo.

Para as empresas que competem por inovação, a competência mais crítica é a Pesquisa e Desenvolvimento, e dos seus laboratórios saem as informações mais relevantes. A indústria da tecnologia da informação é considerada como um exemplo deste tipo de estratégia, assim como as empresas farmacêuticas de ponta.

Para as empresas que competem por inovação em produtos, o desafio é constantemente lançar no mercado novos produtos e colher as margens de lucro mais altas associadas aos produtos pioneiros (quando os mesmos são bem – sucedidos). Desta maneira, a eficiência produtiva é menos crítica para a empresa. Esta formulação está em linha com a terceirização nos anos recentes da manufatura de produtos eletrônicos para companhias denominadas CEMs – *Contract Engineering Manufacturers*, ou companhias subcontratadas de manufatura de engenharia (LAKENAN, BOYD e FREY, 2001). Ocorreram contudo problemas na cadeia de suprimentos com estas subcontratações, em parte por as CEMs serem tipicamente companhias que competem na estratégia de excelência operacional, contrastando com a estratégia das empresas de eletrônicos e também pela introdução de mais um elo na cadeia que acabou por tornar mais complicado lidar com oscilações bruscas de demanda como ocorreram em 2000 e 2001.

Já as empresas que competem orientadas para serviços, a área - chave é o Marketing, e as competências mais importantes são as competências de negócios no relacionamento com os clientes, que permitem conhecer e mesmo antecipar as necessidades dos clientes.

Os desafios para as outras áreas, como desenvolvimento e operações, é ter a flexibilidade necessária para acompanhar as mudanças requeridas para atender às necessidades dos clientes. A agilidade é a característica mais importante desta flexibilidade, exigindo competências humanas significativas.

2.3.2. Competências e arranjos produtivos na indústria brasileira

Para explicar o arranjo de estratégias e competências na indústria brasileira, Felury e Fleury (2001) inicialmente analisam diferentes cadeias de produção da indústria de transformação de plásticos quanto as suas estruturas e configurações. A importância deste tipo de análise é explicitada:

“O ponto básico de nosso argumento é que, no processo de formação de cadeias e redes, a posição de cada empresa é função do tipo de competências e conhecimentos por ela dominado; assim, para participar de uma cadeia de fornecimento, cada empresa deve adotar a estratégia e desenvolver as competências comerciais, de produto e de operações necessárias para garantir a eficiência coletiva.”

O próximo ponto abordado por Fleury e Fleury (2001) é a divisão internacional de competências entre empresas transnacionais e empresas brasileiras, dado o processo de internacionalização da economia. Dunning apud Fleury e Fleury aponta três principais motivos que levam uma empresa a se internacionalizar:

- disponibilidade local de recursos naturais, como minérios e celulose
- existência de mão de obra barata permitindo menores custos de produção
- atratividade dos mercados locais

De acordo com Fleury e Fleury, a grande presença de subsidiárias de empresas transnacionais no Brasil está ligado ao modelo de desenvolvimento adotado para a nossa indústria. Um contraponto pode ser feito por exemplo com a Coréia e o Japão, onde as empresas destes próprios países foram utilizadas no esforço de alcançar o nível de desenvolvimento de países mais adiantados (ver

também KIM, 2001), enquanto que no Brasil as multinacionais desempenharam o papel central em nossa industrialização tardia.

Fleury e Fleury definem três tipos de papel de subsidiárias nas estratégias globais de transnacionais:

- Tipo I: subsidiária como braço operacional
- Tipo II: subsidiária como unidade relativamente autônoma
- Tipo III: subsidiária como centro de competências

As subsidiárias do tipo I têm a menor autonomia, operando em um regime de complementaridade dependente de suas matrizes, que definem os planos a serem seguidos e os critérios a serem utilizados. Já as subsidiárias do tipo III possuem autonomia e responsabilidade pelos negócios na região, e mais importante, competência tecnológica, por vezes liderando grupos mundiais em determinadas tecnologias, como por exemplo no caso das turbinas de geração hidroelétrica. Já as do tipo II ficam no meio do caminho, com um grau intermediário de autonomia.

A tabela a seguir, transcrita de Fleury e Fleury (2001:112) mostra as características de cada tipo de subsidiária:

	Tipo I Subsidiária como "Braço operacional"	Tipo II Subsidiária como unidade relativamente autônoma	Tipo III Subsidiária como centro de competências	
Decisões de configuração (o papel da subsidiária na estratégia global da corporação)	O processo de decisão é centralizado na matriz; busca a racionalização global das atividades	A subsidiária tem voz junto à matriz; tem certo grau de autonomia sobre excedentes gerados localmente	A subsidiária tem poder para tomar decisões	
Decisões de coordenação	Estratégia de Manufatura	É definido em nível regional ou global; a subsidiária segue as especificações.	Definida de acordo com características locais incorporando critérios de transações inter e intra firma	Definida localmente; há uma competição (administrada) entre as subsidiárias em diversos casos

	Projeto do Produto	Padronização em termos globais; pequena customização local	Se a ETN é líder, desenvolve inovações radicais e projetos plataforma na matriz; projetos derivativos são desenvolvidos localmente Se a ETN é seguidora, a subsidiária é orientada para serviços	Liderança global da subsidiária no desenvolvimento de certos produtos
	Arquitetura Organizacional	Racionalizada no plano global; funções inteligentes nos países centrais; principais funções locais são Produção, Logística e Assistência Técnica	Subsidiária mantém as diferentes funções mas há alta complementaridade com matriz; inovação tecnológica (<i>breakthrough</i>) perde força	A subsidiária mantém todas as funções; há redundância com a matriz; busca de sistemas para integração de informações
	Sistemas de Controle Gerencial	Desenvolvidos na Matriz	Há autonomia relativa para o desenvolvimento local	Há autonomia relativa para o desenvolvimento local

Tabela 2 - Posicionamento das ETNs com relação ao papel da subsidiária (FLEURY e FLEURY, 2001)

Decorre desta classificação as diferentes competências a serem desenvolvidas pelas empresas. As empresas do tipo “braço operacional” vão desenvolver mais habilidades de produção e distribuição. Já as subsidiárias com maior autonomia, do Tipo II vão desenvolver competências administrativas e tecnológicas restrita, voltada para o mercado local. Finalmente as subsidiárias centros de competência vão desenvolver todos os tipos: operacional, administrativa e tecnológica.

Assim, para efeitos de política pública interessa que seja feita a atração de empresas que possam estabelecer centros de competência no país, ou ainda dar condições para que as empresas do tipo I e II adquiram maior autonomia e competências locais.

2.4. Introdução sobre política industrial

As políticas industriais e tecnológicas envolvem o estabelecimento de projetos prioritários, por meio da adoção de medidas legais, administrativas e

institucionais. (AMATO NETO, 1999). Ainda de acordo com Amato Neto (1999), as políticas industriais e tecnológicas são “um conjunto de ações orientadas a direcionar e controlar o processo de transformação estrutural de uma economia”.

A política industrial pode exercer efeitos muito importantes na economia, como promover a competitividade da indústria do país, contribuir com a geração de emprego e renda e aumentar o saldo da balança comercial. (GARCIA e ROSELINO, 2002). Embora certamente os efeitos listados aqui, uma vez atingidos, sejam obviamente positivos, existem críticas quanto à utilização de políticas industriais para atingi – los.

Conforme visto acima, o conceito de política industrial está ligado à priorização, ou seja, o Estado escolher quais ações ou setores são mais importantes para a condução do processo de alterações na estrutura econômica. Especialmente com relação aos setores existem críticas à um estado escolher vencedores e perdedores ao invés de promover a competição como um todo na economia. Nos Estados Unidos, por exemplo, Hora apud Merchant (1997) considera que o principal argumento contra dar ao governo o poder de escolher os vencedores é o fato do governo já ter estabelecido uma “bagunçada colcha de retalhos” com a regulamentação atual sobre impostos e legislação antitruste. É interessante apontar nesta direção a discussão dos benefícios da lei de informática para celulares e monitores de vídeo, que conforme será visto a seguir despertou um conflito, baseado na intrincada teia de legislação de incentivos, entre a ZFM e o governo.

Outras críticas à política industrial são apontadas em termos puramente econômicos, sendo que a política industrial acabaria por criar “falhas governamentais” que retirariam a economia do seu ótimo de eficiência alocativa¹. Segundo Garcia e Roselino (2002), esta visão é defendido por autores como Shapiro & Taylor e Hayek. Outros autores, que se afastam da ortodoxia econômica, como

¹ De acordo com Vasconcellos (2001) a eficiência alocativa “refere – se a escolha do conjunto de bens, de forma a empregar, da melhor maneira, os recursos produtivos juntamente com aqueles processos técnicos de produção que utilizem mais adequadamente os recursos que a sociedade tem em maior abundância.”

Krugman e Chiang, por outro lado apontam o poder da política industrial em corrigir “falhas de mercado”, aumentando a eficiência alocativa através da correção de imperfeições decorrentes da coordenação dos recursos da economia pelo mecanismos de preços.

Suzigan e Villela (1997) levantam ainda um “enfoque abrangente” da política industrial, não apenas englobando ações específicas à indústria, mas todas as políticas, incluindo macroeconômicas, que afetem a competitividade das empresas. Nesta linha, Dosi apud Garcia e Roselino (2002) afirma que a política industrial pode ter um caráter ativo visando a inserção do país na competição internacional, exemplificando o caso da indústria eletrônica japonesa, onde as vantagens competitivas do país nessa área foram criadas através de uma estratégia agressiva e consistente de política industrial. O MITI (*Ministry of International Trade and Industry* – Ministério da Indústria e Comércio Exterior) japonês é citado como o principal agente da política industrial japonesa, praticando ativamente táticas como proteção à indústria doméstica, suporte a indústrias nascentes e subsídios. (MERCHANT, 1997).

Podemos ver que embora a política industrial possa efetivamente atingir objetivos de melhorar a competitividade de uma nação em determinados setores e aumentar seu valor agregado, existem críticas, quanto à criação de distorções e ao fato de que uma economia totalmente liberalizada e sem a intervenção do estado poderia encontrar sua máxima eficiência.

Mesmo assumindo que a ausência de qualquer política industrial leve à uma máxima eficiência alocativa, ao levarmos em conta a existência de diferentes agentes (nações e firmas) e suas opções de estratégias como criações de políticas (nações) e investimentos (firmas) podemos obter uma visão matemática modelada na teoria dos jogos que explica em tese a ocorrência de políticas industriais. O modelo a ser apresentado a seguir foi desenvolvido por Winston (1995).

O modelo se baseia no dilema do prisioneiro, problema clássico da teoria dos jogos. O exemplo é apresentado em termos de duas firmas, uma nos Estados Unidos e outra no Japão, cada uma com a opção de investir no desenvolvimento de um novo

produto eletrônico. Caso ambas as firmas desenvolvam o produto, ambas terão de dividir o mercado e terão prejuízos, digamos, de 10 bilhões de dólares. Se apenas uma firma desenvolver o produto, ela conseguirá lucros de 100 bilhões de dólares. Caso nenhuma firma desenvolva o produto, obviamente as recompensas são de 0 para cada uma das firmas. Podemos resumir a situação na matriz de recompensa abaixo, onde cada vetor de recompensa tem forma [J,A], representado respectivamente a recompensa da firma japonesa e americana em cada cenário:

		Firma Americana	
		Desenvolve	Não Desenvolve
Firma Japonesa	Desenvolve	[-10,-10]	[+100,0]
	Não Desenvolve	[0,+100]	[0,0]

Tabela 3 - Matriz de recompensa sem subsídio (WINSTON, 1995)

Da teoria dos jogos, os pontos de equilíbrio desta matriz, conceituados como um ponto onde “*nenhum jogador pode se beneficiar de uma mudança unilateral de estratégia.*” (WINSTON, 1995:646), são aqueles onde uma das firmas desenvolve o produto e a outra não, de certa forma representado o fato de uma vez estabelecido o pioneiro uma entrada em seguida, acabaria por prejudicar a ambos os agentes.

Caso mudássemos os números do cenário onde ambas as firmas desenvolvessem o produto para números positivos de recompensa para ambas (porém obviamente menores que 100), este seria o ponto de equilíbrio. Colocando este exercício teórico em uma certa perspectiva de realidade, não seria 100% possível saber *a priori* qual cenário ocorreria caso ambas as firmas entrassem no mercado, a incerteza estaria neste valor (recompensa no cenário de ambas desenvolvendo o produto): caso ele fosse positivo, a ação para ambas seria claramente de entrar. O risco é esse valor ser negativo e ocorrer a entrada de ambos no mercado, e os prejuízos decorrentes. Não se está levando em conta o “prejuízo competitivo” de se ter um retorno 0 enquanto o concorrente usufrui de um retorno positivo.

Caso um dos países, por exemplo o Japão, adotasse um subsídio para a indústria nele sediada, digamos de 15 bilhões de dólares, teríamos uma outra situação, apresentada na matriz de recompensa a seguir:

		Firma Americana	
		Desenvolve	Não Desenvolve
Firma Japonesa	Desenvolve	[+5.-10]	[+115,0]
	Não Desenvolve	[0,+100]	[0,0]

Tabela 4 - Matriz de Recompensa com subsídio (WINSTON, 1995)

Neste caso, o ponto onde a firma japonesa desenvolve o produto e a americana não passa a ser o único ponto de equilíbrio, pois caso a firma americana desenvolva o produto e a japonesa não, a firma japonesa pode obter ganhos ao mudar sua estratégia, aproveitando o subsídio e desenvolvendo o produto.

Obviamente, este exemplo é puramente teórico e por demais simplista, porém ele ilustra que em um ambiente onde agentes fazem suas escolhas, mesmo que a não existência de políticas industriais levasse a um resultado mais vantajoso globalmente, por meio de uma maior eficiência alocativa, o simples fato de um agente poder obter vantagens com seu uso acabaria provocando na realidade a utilização de mecanismos de política industrial. Este é um raciocínio parecido com o subjacente na corrida armamentista, também modelado por meio de teoria dos jogos por Winston (1995).

Desta maneira, as características estratégicas de certos setores, como o de alta tecnologia, levam mesmo países menos favoráveis a adoção de políticas industriais, como os Estados Unidos, a considerarem a questão. Com efeito, os Estados Unidos tiveram o “*National Advisory Committee on Semiconductor Research and Development Act of 1988*” (Legislação do Comitê Nacional de Aconselhamento à Pesquisa e Desenvolvimento de Semicondutores de 1988). O comitê, constituído por secretários de estados e membros da indústria e universidades, deveria, entre outros,

¹ United States Code, Title 15, Chapter 72, Subchapter II, Section 4632, 1988

“desenvolver estratégias, táticas e planos cuja execução assegure a competitividade dos Estados Unidos na área de semicondutores”.

Com relação a recursos para pesquisa, Merchant (1997) cita que a administração republicana de George Bush (pai) requereu ao congresso na proposta de orçamento de 1991/1992 fundos de pesquisa e desenvolvimento de USD 537 milhões para semicondutores.

A indústria dos semicondutores e componentes em especial clama por políticas industrial definidas para aumento da competitividade. Temos em Merchant (1997) a menção de um estudo realizado com presidentes de empresas do setor eletrônico, onde apresentamos na tabela abaixo a porcentagem em cada segmento que concorda com a necessidade de uma política industrial:

Segmento	Porcentagem que concorda
► Semicondutores e componentes	► 72
► Eletrônica Industrial	► 63
► Computadores e periféricos	► 61
► Voz e dados	► 59
► Eletrônicos aeroespaciais e de defesa	► 58
► Software	► 55
► Total	► 63

Tabela 5 - Concordância com uma política industrial para o setor eletrônico – EUA (MERCHANT, 1997)

Na mesma pesquisa, as principais medidas governamentais reivindicadas pelos presidentes de empresas do setor eletrônico foram um crédito permanente nos impostos das despesas com P&D e alíquota zero de imposto sobre ganhos de capital

Finalmente, Merchant (1997) ressalta a importância da inovação, da educação e do custo e acesso ao capital para o desenvolvimento da indústria de alta tecnologia. A inovação é citada como a principal vantagem competitiva pelos presidentes de empresas. A importância da educação é sublinhada pela preponderância dos fatores humanos internos para se obter competitividade frente à concorrência internacional. Finalmente, outro ponto a ser ressaltado, é a importância de se manter o custo do

capital necessário aos investimentos em tecnologia baixo, especialmente mantendo – se o déficit público sob controle.

2.5. O Caso da Samsung: criação de conhecimento

Para que se crie um indústria de semicondutores no Brasil, é evidente que um grande esforço científico, tecnológico e empresarial de aquisição de conhecimentos é necessário. Esse esforço atinge uma dimensão ainda maior quando levamos em conta que o Brasil entra tardiamente nesta indústria, sendo o rápido desenvolvimento um requisito para se competir com sucesso.

É interessante analisar casos passados onde este esforço foi empreendido com sucesso. Um exemplo é a indústria sul – coreana de semicondutores, mais particularmente a Samsung. A empresa empreendeu um salto de um fabricante de componentes discretos para a liderança em memórias (DRAM) em apenas uma década. Ressalta – se ainda que este esforço foi a ponta – de – lança da Coréia do Sul no mercado de memórias, isto é, a Samsung não contava com competidores locais de onde absorver a tecnologia, mas teve de buscá – la nos países mais adiantados no processo, no caso os Estados Unidos e o Japão.

Para que este esforço fosse bem sucedido, a Samsung teve de criar uma grande quantidade de conhecimento. Uma organização cria conhecimento somente quando “habilidades e lampejos individuais se incorporam às rotinas, práticas e credos de uma organização” (ATTEWELL, 1992, apud KIM, 2002)

A criação de conhecimentos é uma função da sua capacidade absorptiva (KIM, 2002), que depende da base pré – existente de conhecimentos e da intensidade do esforço em resolver problemas criando novos conhecimentos.

A base de conhecimentos pré – existente em uma companhia de um país em desenvolvimento pode ser obtida através de investimentos estrangeiros, licenças e acordos de manufatura, manuais e mesmo equipamento físico, além da movimentação de pessoas como engenheiros e cientistas. De acordo com Badaracco (1991) apud Kim (2002), este conhecimento pode ser chamado de migratório.

Para que a criação de novos conhecimentos seja acelerada, com grande intensidade de esforço, Kim sugere que o motivador seja uma crise, definida no sentido da filosofia oriental de uma ameaça que traz consigo uma oportunidade. Essa crise pode ser deflagrada externamente pelo mercado, pelo governo, ou pela tecnologia, ou ainda ser criada internamente, ou, nas palavras de Kim, “proativamente construída”. Pode – se fazer um paralelo entre o conceito de Kim de crise e o fator de incidente apontado por Zarifian apud Fleury e Fleury como um dos causadores da emergência do modelo de competência nas organizações, mostrando como a necessidade não rotineira da movimentação de recursos pode ampliar o conhecimento da organização e de seus associados.

A crise “pró – ativa” da Samsung foi a decisão da companhia de desenvolver DRAMs de 64K em seis meses, em 1982. A firma já lidava com semicondutores há cerca de 5 anos, após adquirir um empreendimento pioneiro na Coréia do Sul, mas seu foco ainda era em engenharia reversa e assimilação de tecnologias. O desenvolvimento de uma DRAM de 64K representava um salto tanto em tecnologias de processo (largura de circuito de 5 para 2.5μm, diâmetro de wafer, de 3 para 5 polegadas) quanto de projeto (circuitos de 1K / 16K para VLSI (circuitos integrados muito grande escala) de 64K).

O processo de aprendizado para superar este desafio segue uma lógica de quatro fases:

- Preparação: A Samsung estabeleceu uma força – tarefa que inicialmente passou seis meses coletando conhecimentos explícitos (literatura, tecnologia e mercados) e posteriormente tácitos (contatos com cientistas Coreanos nos Estados Unidos e indústrias americanas)
- Aquisição: A Samsung adquiriu design de DRAMs de 64k da Micron Technology e o projeto de um processo para MOS de alta velocidade da Zytrex, aproveitando – se da necessidade de caixa das firmas americanas.
- Assimilação: a Samsung precisava agora assimilar as tecnologias de projeto e processo, para isso estabeleceu um posto avançado no Vale do Silício, na Califórnia (Estados Unidos) com coreanos que tinham

doutorados em eletrônica por universidades americanas. Outra força tarefa, incluindo cientistas americanos foi estabelecida na Coreia do Sul. Ambas as equipes trabalharam incessantemente em ritmo de crise para atingir o objetivo de assimilar o conhecimento adquirido

- Melhoria e aplicação: mais uma crise “pró – ativa” foi estabelecida para a construção da fábrica, cuja meta foi estabelecida em 6 meses contra um *benchmark* japonês de 18 meses. Para isso foi contratada uma firma de construção japonesa que já havia previamente construído uma fábrica para a Sharp. Novamente equipes trabalharam incessantemente, e a própria inexperiência do pessoal da Samsung, que demandava checagens detalhadas a cada problema contribuiu assim para que se acumulasse mais conhecimento.

Finalmente a Samsung conseguia embarcar comercialmente DRAMs de 64K três anos e meio após os Estados Unidos e o Japão. O próximo passo seria a DRAM de 256K. Desta feita, a Samsung ainda licenciou o projeto, mas não o processo, desenvolvido internamente em mais uma crise “pró – ativa”. Outro fator utilizado foi a competição entre as equipes do Vale do Silício e da Coreia do Sul, para acelerar e motivar o aprendizado. Na verdade, a equipe do Vale do Silício não recebeu a tecnologia licenciada, tendo que desenvolvê-la por conta própria. Isso foi uma base importante para o desenvolvimento da geração seguinte, a DRAM de 1M. Para a DRAM de 256K, a diferença de tempo de lançamento entre a Coreia do Sul e os países líderes já havia caído para 1 ano e meio.

Neste passo, a Samsung faria todo o esforço de R&D por conta própria. Novamente as equipes da Coreia do Sul e do Vale do Silício iriam de uma certa maneira competir, tendo o mesmo objetivo, porém trocariam informações e mesmo pessoal e resultados. Mais crises pró – ativas se seguiram, tanto para o projeto como para o processo, mas a Samsung conseguiu lançar a DRAM de 1M apenas 1 ano após os Estados Unidos e o Japão.

Os próximos desenvolvimentos foram cada vez mais autônomos, pela própria capacidade adquirida e por restrições de mercado como a guerra comercial e a

concentração de firmas. Finalmente a Samsung, em 1995, consegue lançar a DRAM de 256M antes de seus competidores.

O processo de aprendizado altamente bem – sucedido da Samsung suscita alguns pontos sobre a aquisição de conhecimentos de firmas (e países) que começam em desvantagem tecnológica.

A primeira é a inversão do processo de inovação, tornando – o reverso: ao invés da seqüência de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia, a Samsung começou pela Engenharia (reversa) dos chips mais simples, depois Desenvolveu a tecnologia de assimilação do projeto adquirido da Micron e finalmente Pesquisou com recursos próprios sua DRAM de 1M.

Outra consideração importante são os altos requerimentos para se empreender aquisição de conhecimento em um ramo de ponta como a microeletrônica, pois é necessário ter pessoal da mais alta qualificação e contar com muitas atividades de pesquisa antes de empreender processos na prática.

Uma possibilidade para a companhia que precisa atualizar seu passo em relação às outras (*catch up*) é obter conhecimento explícito e tácito através de pesquisa e coleta de informações, como desenvolvido inicialmente pela Samsung. Para se acelerar a criação de conhecimento, metas ambiciosas que criem as crises “pró – ativas” são necessárias.

Finalmente, a grande questão é a aplicabilidade do modelo coreano para outros países, especialmente o Brasil. O fator crítico listado por Kim é a disponibilidade de pessoal altamente capacitado e sua disposição para o trabalho. No lado da oferta de pessoal, a Coréia do Sul é um dos países que mais investe em educação e ciência, tendo conseguido expressivos resultados na melhoria do seu índice de desenvolvimento humano. A grande quantidade de coreanos vivendo fora de seu país também é um fator positivo, tendo por exemplo facilitado a disponibilidade de cientistas de origem coreana formados em universidades norte - americanas.

crescente desverticalização da cadeia de semicondutores, Taiwan desponta ainda mais fortemente como um polo de fabricação, em especial a empresa TSMC (*Taiwan Semiconductor Manufacturing Company*), que possui 8 *fabs* em Taiwan, operando como *foundries*, isto é, prestando serviços para terceiros. Assim, suas receitas são na verdade os custos de fabricação dos principais agentes da indústria. Por exemplo, a Motorola reestruturou suas operações fechando *fabs* próprias e contrata cerca de metade de sua produção com a TSMC¹. Outras *foundries* como a Dong Bu Semiconductor se estabeleceu na Coréia, o que aumentou a importância deste país para a fabricação global de semicondutores.

O gráfico abaixo ilustra a localização geográfica das *fabs* dos 5 maiores produtores mundiais de semicondutores:

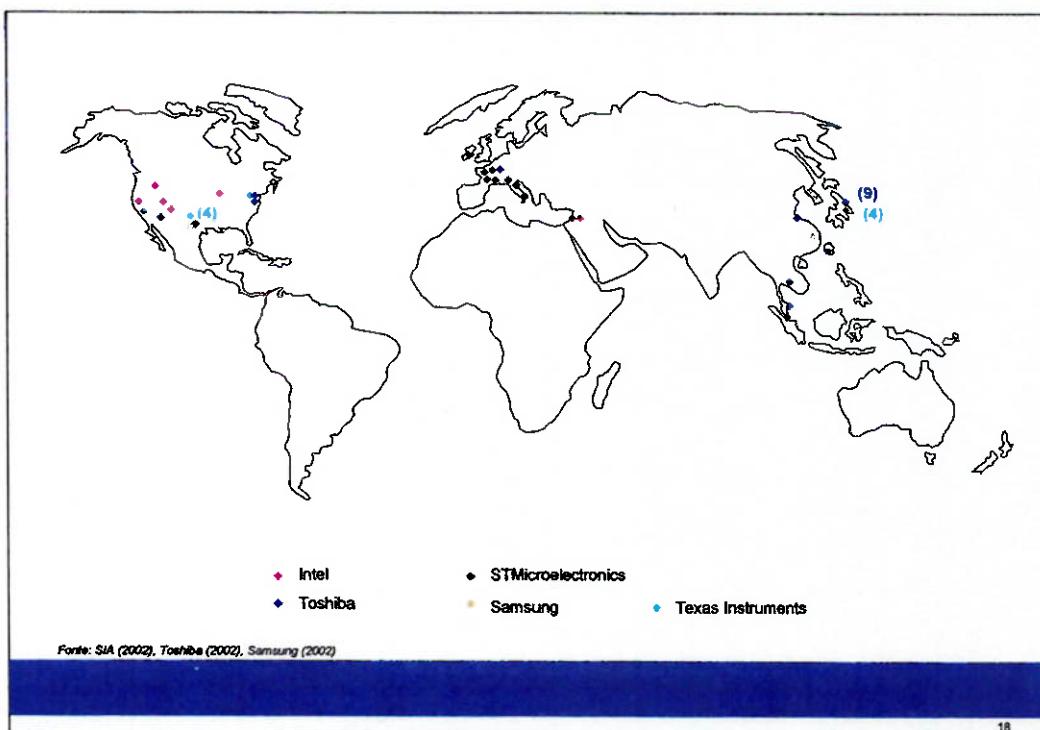


Gráfico 12 - Localização das *Fabs* dos 5 maiores produtores de semicondutores do mundo

¹ Informação obtida diretamente com engenheiros da Motorola.

3.4. Modelos de negócio e desenvolvimento

A complexidade da fabricação de semicondutores, a velocidade do avanço tecnológico e as oscilações da economia estão levando a cadeia de produção de semicondutores a apresentar transformações de seu modelo tradicional, onde uma empresa integrada ou IDM (*Integrated Device Manufacturer* – Manufaturador Integrado de Dispositivos) projetava os CIs, fabricava os *chips* a partir dos *wafers* de silício e os encapsulava.

Os desafios crescentes da indústria, tanto no *design* como na fabricação levaram a uma maior fragmentação da cadeia produtiva, com empresas de sucesso funcionando sem *fabs*, as chamadas *fabless companies*, as *fabs* terceirizadas que tornam este modelo possível, ditas *foundries*, as empresas que comercializam *cores* ou núcleos de propriedade intelectual para outras empresas que vão torná-los semicondutores, as *IP companies*.

Por outros lado, grandes empresas como a Intel e a AMD, fabricantes de microprocessadores, precisam por razões estratégicas manter o seu modelo de projeto interno e fábricas próprias (LEACHMAN e LEACHMAN, 2002). Ao contrário dos outros agentes, para estes grandes IDMs a capacidade de fabricação não deve ser direcionada apenas para se manter altos níveis de utilização, para possibilitar o retorno no investimento, mas também é um valor estratégico para bloquear a concorrência e capturar fatias do mercado sempre que houver demanda para tanto. Isto é especialmente verdadeiro para a líder do mercado, a Intel, onde este modelo se fecha com a possibilidade de cobrança de prêmios em seus preços. Uma demonstração da validade desta proposição é a contínua expansão da capacidade de fabricação da companhia, que mesmo com a queda do mercado recentemente inaugurou uma nova *fab* nos Estados Unidos que sozinha irá aumentar em 15% sua capacidade de produção.

Outro segmento onde o modelo integrado predomina é o de memórias, um produto relativamente *commodity* que depende de grande eficiência operacional específica para obter retornos dadas as baixas margens e flutuações de preços.

3.4.1. Desafios e novos modelos de negócio no *design* de CIs

O *design* de CIs exige o empenho de equipes de projeto altamente qualificadas, indo desde a definição de alto nível das funções do produto até chegar ao projeto das máscaras que irão ser usadas como “moldes” na fabricação do CI.

Os passos simplificados do projeto de um CI a partir de suas especificações de funções são (KRÜGER, 2002a):

1. Projeto em RTL – *Register Transfer Language*: nesta etapa, projetar CIs é uma tarefa análoga a escrever código de programação. O RTL permite descrever circuitos em código, através de suas funções
2. *Netlists* e *Placed Netlists*: nesta etapa, chegamos à uma lista de partes e componentes de um circuito e seus pontos de conexão
3. *Layout*: a partir do *Netlist*, o *layout* efetivamente gera a posição de transistores e conectores no CI. Nas palavras de uma engenheira de *design* “é como montar bloquinhos.”
4. Máscaras: Com o *Layout*, são gerados os desenhos das diferentes máscaras para a fabricação. A elaboração das máscaras, através de litografia é um processo bastante caro, especialmente para resoluções cada vez mais finas de processo, chegando a custar 800 000 dólares cada máscara para resoluções na casa dos 100nm

Abstraindo – se um pouco das tarefas e técnicas de projeto em si, podemos colocar as etapas como sendo:

1. Definir os blocos de funções do *chip* (amplificador, filtros)
2. Definir as células que compõe estes blocos (comparadores, inversores)
3. Definir os componentes e parâmetros das células (capacitores, transistores)

Atualmente o grande desafio em projeto é lidar com os SoCs – *Systems on a Chip*. Os SoCs integram várias funções que poderiam ficar em diferentes CIs e

mesmo placas de circuito, incluindo funções analógicas. Um SoC congrega diferentes funções eletrônicas, como processador, memória, filtros, geradores de sinais, conversores A/D (Analógico > Digital), etc., em um único CI.

Para se racionalizar o trabalho de projeto destes dispositivos e se otimizar as capacidades, cada vez mais as empresas se valem dos *cores* ou *IPs* - *intellectual properties*. Estes são blocos padronizados de *design* que são licenciados pelas companhias que os projetaram. Um dos modelos de negócio baseado nesta configuração da cadeia são as *IP Companies*, cujo negócio principal é licenciar o *core* para outras companhias que irão projetar o CI.

Por exemplo, um companhia que deseje projetar um SoC pode licenciar um processador, filtros e conversores, e seu esforço de projeto será o de fazer estas funções trabalharem em conjunto no CIs. Estendendo a desverticalização da cadeia mais um passo, este CI pode ser fabricado por uma *foundry*, o que ilustra a diferença deste modelo para o tradicional de empresa integrada. (LEVIN e LUDWIG, 2002)

A tabela a seguir apresenta as principais empresas de IP e seu faturamento em 2000. Embora o mercado tenha se desaquecido após o período, para o IP a tendência é de crescimento, especialmente se considerarmos que a padronização de circuitos por ele produzida é um poderoso redutor de custos e acelerados do processo de *design*, dois fatores cruciais em um mercado espremido pelos altos custos de projeto e fabricação e demandas cada vez mais desafiadoras de produtos.

Como as receitas de Propriedade Intelectual (IP) cresceram em 2000					
Companhias de IP	Receitas 2000 USD Milhões	Crescimento sobre 1999 %	Companhias de IP	Receitas 2000 USD Milhões	Crescimento sobre 1999 %
ARM	114.2	29	ARC Cores	16.1	455.2
MIPS Technologies	91.8	8.1	Tality	12.9	120.3
Rambus	72.3	66.6	Nurlogic	12	47.9
Mentor Graphics	34.1	6.3	Tensilica	10.3	110.2
Synopsys	33.8	39.5	Virtual Silicon	8.2	40.9
InSilicon	26.1	34.8	LEDA Systems	7.2	94.2
DSP Group	25.1	32.1	Zoran	6.8	41.7

Virage Logic	22.1	79.4	Sarnoff	6.4	-43.8
Artisan	20.8	23.7	Virtual IP Group	6.2	67.6
Parthus Technology	19.6	264.5	Others	127	51.8
TTP com	17	45	Total	689.9	40.1

Tabela 6 - Receitas das companhias de Propriedade Intelectual (LEVIN e LUDWIG, 2002)

Amaral et al. (2002) propõe uma classificação das Design Houses (*DHs*) de acordo com as suas atividades e o tipo de companhia na qual ela se insere, apresentada a seguir:

Tipos de DH	Características
► DH1 – Vinculada / Verticalizada	DH pertencente a uma única empresa, com ou sem <i>fab</i> própria, sendo grupos de engenharia de uma empresa, podendo contratar DH3 por produto final
► DH2 – Independentes Integradoras	DF independente, licencia IP ou contrata serviços de DH3s
► DH3 – Independentes Prestadoras	Fornecedoras de módulos de IP e software segundo especificações de DH1 e DH2
► EDA – fornecedoras de <i>Electronic Design Automation</i>	Software houses que fornecem o software de automação de projetos de <i>chips</i> e sistemas para DH

Tabela 7 - Tipos de empresas no segmento de projetos de CIs (AMARAL et al., 2002)

Para facilitar a relação entre estes diferentes agentes, do ponto de vista técnico, a indústria se reuniu para formar a VSIA – *Virtual Socket Interface Alliance* ou aliança virtual de interface de conector, visando ampliar a portabilidade de IPs, com interfaces padrão pré – verificadas. Recentemente foi formado um grupo de estudo para se formular uma abordagem de medida dos fatores que determinam a qualidade de IP e SoC, como a autoria do *design* (documentação), verificação do *design*, validação do sistema , manufatura e desenvolvimento do processo.

A desagregação da cadeia de projeto, desta maneira, oferece oportunidades, pois mesmo as grandes companhias de semicondutores estão desagregando

atividades em um rearranjo da cadeia produtiva. Por exemplo, a Motorola passou a vender seus *chips* de celulares para terceiros e ao mesmo tempo incorporou elementos de outras empresas como a Qualcomm nos seus próprios telefones.

3.4.2. Desafios e novos modelos de negócio na fabricação, encapsulamento e teste de CIs

A fabricação de circuitos integrados é certamente uma das mais complexas operações de manufatura que podem ser empreendidas. Os avanços na fabricação de CIs desde a sua concepção em 1958 não encontram paralelo em indústria alguma. Gordon Moore, um dos fundadores da Intel, enunciou em sua famosa “Lei de Moore” que os circuitos integrados tem o seu número de transistores dobrados a cada 18 meses sem um aumento correspondente no custo. A tecnologia que possibilita isto são resoluções de processo cada vez menores. Enquanto em 1970 tínhamos resoluções típicas de 10 μm , em 1986 este valor já estava em 1.2 μm e atualmente estamos nos 130nm (tecnologia de ponta), sendo que em 2003 é esperado que de 90nm entrem em operação.

O não aumento de custos unitários se deve ao fato de que, se por um lado o custo de capital de uma fábrica cresceu tremendamente, de USD 50 milhões no início dos anos 80 (RIPPER, 1983) para mais de USD 2 bilhões hoje, a produção aumentou em um ritmo ainda maior, com o mercado exibindo taxas de crescimento de até 16% ao ano em média até 2000, e também ao aumento da dimensão dos *wafers*. O diâmetro hoje está indo para a nova geração de 300mm de diâmetro, com as *fabs* atuais operando com 200mm. Dado que o principal direcionador de custos variáveis de uma fábrica de CIs é o número de *wafers* que por ela passam, e a produção de CIs está relacionada com a área (que aumenta ao quadrado com o diâmetro), podemos perceber o efeito das sucessivas gerações de *wafers* cada vez maiores. A diminuição da resolução de processo vista anteriormente, permite que mais transistores sejam colocados em um CI sem que a área que este ocupa no *wafer* aumente.

Outro ponto importante é o rendimento. Em um *wafer*, nem todos os CIs produzidos serão adequados (daí a necessidade de testes). O rendimento de um *wafer*, ou a percentagem de CIs aproveitáveis é obviamente um parâmetro chave para

a lucratividade da fábrica. Na década de 80 considerava – se um rendimento de 15% como “muito bom” (RIPPER, 1983) ao passo que atualmente os rendimentos superam 80%. Normalmente em uma operação de manufatura, após iniciar a produção o rendimento é mais baixo, e o tempo para se alcançar os rendimentos ideais também é um parâmetro importante de eficiência da fábrica.

Os principais objetivos operacionais das fábricas de semicondutores são:

- Manter ou reduzir o custo por área de wafer
- Reduzir o “*ramp – up time*” ou tempo até que a fábrica alcance o rendimento ideal
- Acomodar diferentes modelos de negócio

Os principais desafios a serem superados nas fábricas de semicondutores para se alcançar os objetivos acima, de acordo com o ITRS (2001) são:

- gerenciamento da complexidade:
 - ◆ rápidas mudanças no ambiente de negócios: novas tecnologias e produtos sendo introduzidos cada vez mais rapidamente; fábricas dispersas globalmente devem funcionar como um “fábrica virtual”;
 - ◆ maior complexidade de produto: maior número de passos de produção e movimentação de materiais; crescimento explosivo das análises a serem desenvolvidas; múltiplos produtos em um *wafer*;
 - ◆ Maiores *wafers* e dispositivos de movimentação demandando sistemas de controle de material
 - ◆ Necessidade de sistemas de controle e implementação de padrões de manufatura
 - ◆ Manter os custos sob controle
- otimização da fábrica:
 - ◆ atender às demandas dos consumidores de entregas no prazo, através do balanceamento da produção, do tempo de ciclo e

- reduzindo o tempo para atingir os rendimentos contínuos (*ramp-up time*)
- ◆ aumentar a eficiência das fábricas
 - ◆ reduzir as variações paramétricas que afetam o rendimento inicial da fábrica
 - extensibilidade, flexibilidade e escalabilidade:
 - ◆ utilização das instalações existentes com múltiplas tecnologias e tamanhos de *wafer*
 - ◆ projeto de fábrica que suporte rápidas mudanças tecnológicas e atualizações, minimizando o tempo de paradas

Para que estes desafios sejam superados, são necessárias soluções nas diferentes áreas de engenharia de produção da fábrica:

- Operações da Fábrica: otimização do modelo de utilização de ativos e tempo de ciclo de acordo com o modelo de negócios (alto volume / baixa variedade vs. alta variedade / baixo volume); previsão da demanda e coordenação da cadeia de suprimentos; programação da produção
- Equipamentos de Produção: aumento do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) para contrabalancear os elevados custos de capital
- Sistemas de movimentação de materiais: aumento da taxa de *wafers* movimentados por hora para redução de WIP (estoque de produtos em processo) e adaptabilidade para superar o desafio de extensibilidade, flexibilidade e escalabilidade
- Sistemas de Informação e Controle: os sistemas devem monitorar o tempo de ciclo e utilização dos equipamentos. Além disso, o sistema deve atuar como um sistema de informações da manutenção para reduzir os tempos médios de falha e de reparo
- Instalações industriais: as instalações devem lidar com a crescente complexidade e ter a flexibilidade para acomodar diferentes arranjos e alterações nos equipamentos de produção e movimentação de materiais

- Sistemas de Teste de CIs: os sistemas de teste devem ter tempos de *setup* cada vez menores e devem ser padronizados para se comunicarem com os equipamentos de produção

Podemos desta maneira ver que a fabricação de semicondutores é uma das mais complexas operações de manufatura e demanda altos investimentos. A estimativa do ITRS para uma *fab* de wafers de 300mm de diâmetro, resolução de processo de 130nm e capacidade para 40 mil *wafers* por mês é de USD 2,7 bilhões, dos quais 80% são para os equipamentos de produção, 15% para as instalações (inclui salas limpas), 3% para sistemas de movimentação de materiais e 2% para os sistemas de informação e controle da fábrica.

Devido a estes altos investimentos, e a crescente atenção às operações de manufatura que os mesmos demandam, o surgimento das *foundries* (*fabs* terceirizadas) foi o caminho que possibilitou a empresas de semicondutores de menor porte o acesso a tecnologia de ponta em fabricação.

Estas companhias, as *fabless*, constituem um dos segmentos mais dinâmicos da indústria de semicondutores. A tabela abaixo mostra as principais empresas *fabless* e seus faturamentos:

Empresa	Ramo	País	Faturamento em 2001 USD milhões
Qualcomm	Comunicação	EUA	1240
Nvidia	Vídeo	EUA	1210
Xilinx	Lógica Programável	EUA	1150
Via	Chipsets	Taiwan	1010
Broadcom	Comunicação	EUA	962
Altera	Lógica Programável	EUA	839
Cirrus Logic	Vídeo	EUA	534
ATI	Vídeo	Canadá	520

Tabela 8 - Maiores empresas *fabless* (adaptado de AMARAL et al., 2002)

Normalmente, as companhias *fabless* operam em categorias específicas de mercado. O segmento foi inaugurado pelas companhias de lógica programável, CIs

padrões que são customizados para ASICs através de programação, diminuindo custos. Outros segmentos importantes para as *fabless* são os CIs para aplicações de mídia, como vídeo e áudio e de comunicações. A origem das *fabless* é um fator importante: embora contratem a fabricação de seus CIs em Taiwan, das 15 maiores *fabless*, 11 são norte – americanas, 2 canadenses e apenas 2 locais de Taiwan. As *fabless* estão voltadas para o atendimento do seu mercado e para inovação em projeto. Analisando seu posicionamento através da matriz de estratégias e competências de Fleury e Fleury (2001), claramente temos que as competências – chaves destas empresas está na inovação em projeto, deixando as operações para as *foundries*.

As *foundries*, por sua vez, tem todas as suas competências na manufatura e operações. Leachman e Leachman (2002) coloca três condições para que a terceirização da manufatura para as *foundries* tenha sucesso:

- a *foundry* ofereça *yields* (rendimento ou % de CIs aproveitáveis), tempos de ciclo e entregas pontuais de maneira competitiva
- o produto projetado pela firma que contrata a *foundry* seja compatível com a tecnologia de fabricação desta
- a companhia tenha a infra – estrutura de comunicação de dados para gerenciar a cadeia de suprimentos, mesmo com a fabricação subcontratada para a *foundry*.

Podemos traçar um paralelo dos requisitos de Leachman e Leachman (2002) para *foundries* com as 5 vantagens da manufatura de Slack (1993). As vantagens da qualidade, da velocidade e da confiabilidade, tem sua criticidade quanto aos aspectos externos (das *foundries* para os clientes) ressaltada pela primeira condição citada por Leachman e Leachman (2002). Já as vantagens da flexibilidade e do custo são no caso da *foundry* mais críticos no seu aspecto interno. A conforme mostrado pela segunda e terceira condições citadas por Leachman e Leachman (2002), a *foundry* precisa ser flexível para poder acomodar as necessidades de diferentes clientes ou mesmo diferentes linhas de produto de um mesmo cliente, assegurando a ele a compatibilidade no *design*, e a comunicação do ritmo de produção e demanda.

Finalmente o custo de realizar estas operações é crítico para *foundry*. De acordo com Leachman e Leachman (2002), as *foundries* cobram de 20 a 30 acima do que seria o custo de fabricação de uma operação integrada. Contudo, esse sobrepreço deve fornecer o retorno dos pesados investimentos. A escala é fundamental para a *foundry*, pois o equipamento de fabricação de ponta ao mesmo tempo que garante custos operacionais mais baixos, demanda maior investimento de capital. Esta função econômica está, de certa forma, na raiz das vantagens da operação das *foundries*.

4. A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES NO BRASIL

4.1. Histórico do desenvolvimento da indústria de informática e semicondutores

O desenvolvimento da indústria eletrônica e de informática no Brasil se iniciou nos anos 50, com a montagem de eletrônicos de consumo a partir de componentes importados. A eletrônica apresentava na época uma configuração bastante diferente da atual, pois os computadores eram de alto preço e ainda de acesso bastante restrito. Normalmente, havia um computador de grande porte (*mainframe*) acessado por terminais para aplicações em bancos, por exemplo. Nas telecomunicações, a maioria dos acessos era comutado por centrais eletromecânicas.

A criação da ZFM, em 1967, representou um estímulo para a indústria eletrônica de consumo se estabelecer na Amazônia, pois a legislação (decreto lei 288/67) previa isenção total de IPI e de 88% do II (Imposto de Importação), estimulando a montagem final dos produtos em Manaus.

Com relação aos semicondutores no Brasil, um passo pioneiro foi a fundação do LME (Laboratório de Microeletrônica) na Escola Politécnica da USP) em 1968.

Nos anos 70, tivemos no Brasil a expansão do mercado de eletrônica de consumo com a televisão em cores. A indústria de eletrônica de consumo se transfere para Manaus. Nas telecomunicações, embora se continuasse a usar equipamentos eletromecânicos, foi bastante importante a instalação em 1976 do CPqD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento) da Telebrás, em Campinas, que desenvolvia tecnologias e equipamentos para telecomunicações, financiado pelas operadoras do sistema Telebrás, *holding* estatal das telecomunicações no Brasil. As tecnologias desenvolvidas eram repassadas a fabricantes de equipamentos que remuneravam o CPqD com *royalties*.

No setor de informática, com o mercado brasileiro crescendo e com a perspectiva de maior utilização de computadores com o advento de máquinas de menor porte, o governo decide intervir no setor, considerado estratégico, através da Política Nacional de Informática (PNI) que estabeleceu a fabricação de

minicomputadores apenas por empresas nacionais. A PNI seria coordenada a partir de 1979 pela SEI – Secretaria Especial de Informática.

A principal característica da PNI era o controle de importações. Este fator, juntamente com a expansão geográfica da indústria de componentes, fez com que indústrias de componentes se estabelecessem no Brasil, atuando especialmente nas etapas finais intensivas em processamento manual. De acordo com Melo, Rios e Gutierrez (2001) tínhamos no início da década de oitenta 23 empresas de componentes, das quais se destacavam:

- as americanas Philco, Texas Instrument e Fairchild
- as européias Philips, Semikron, Icotron¹ (Siemens) e Thomson - CSF²
- as japonesas NEC e Rohm

No caso dos semicondutores, apenas Philco e Semikron realizavam localmente a difusão dos componentes, enquanto as outras apenas faziam a montagem final. De acordo com Melo, Rios e Gutierrez, cerca de 30% da produção de componentes era exportada, apoiada pelo incentivo do *drawback*, isto é, a isenção de impostos de importação baseada na exportação de produtos. Mesmo com a presença destas empresas, já era discutido na época a necessidade estratégica de um maior implantação da indústria de microeletrônica no Brasil, possibilitando um aumento da competitividade internacional através do aprendizado tecnológico (RIPPER, 1983).

A demanda por componentes nacionais era puxada pelas exigências da reserva de mercado, que demandava projetos nacionais para computadores. Mesmo quando esses projetos eram “engenharia reversa” de outros no exterior, as dificuldades impostas pela reserva acabavam criando demanda pelos componentes locais.

¹ Atualmente Epcos AG, *joint venture* entre Siemens e Matsushita

² A Thomson – CSF francesa foi uma das precursoras da STMicroelectronics, juntamente com a italiana SGS

No campo das telecomunicações, ocorreram grandes transformações tecnológicas com a introdução das centrais de comutação eletrônicas. O CPqD logrou desenvolver sua própria tecnologia em centrais, a Trópico. Vários outros componentes para redes de telecomunicações foram projetados pelo CPqD e chegaram às indústrias. O CPqD chegou a desenvolver para estes a competência de projetos em ASICs, sendo para estes contratada a fabricação no exterior pela ausência de *fabs* apropriadas.

A indústria eletrônica de consumo por sua vez na década de 80 já havia se transferido praticamente toda para Manaus e operava pouco ligada à indústria de informática e telecomunicações. Este fato, além de reduzir a demanda agregada de componentes, impossibilitava ações homogêneas para todo o país.

A ação da SEI para desenvolver a indústria de CIs no país foi a de restringir as importações, o que teve impactos no desenvolvimento tecnológico do país e limitou a entrada de investidores, escolher três grupos nacionais (Itaú, Docas, e Sharp do Brasil) através de suas empresas (respectivamente, Itautec / Itaucom, Elebra e SID Microeletrônica) para desenvolverem iniciativas de produção de CIs e fundar o CTI (Centro Tecnológico para Informática – hoje CenPRA – Centro de Pesquisas Renato Archer) para apoiar os grupos citados, por exemplo na confecção de máscaras para litografia.

Mesmo com a Lei 7232/84, que passou a ser o arcabouço legal da PNI, as dificuldades econômicas pelas quais o país passava, como o fracasso do plano Cruzado e também a insatisfação da indústria de informática com a reserva de mercado, levaram a estratégia de criação das indústrias de CIs a um relativo insucesso. O desenrolar das três iniciativas foi o seguinte:

- Elebra: A empresa chegou a faturar USD 500 milhões, com a venda de produtos de informática como impressoras e modems, porém com a abertura do mercado foi definindo até fechar as portas definitivamente em 2001 após um *management buyout* mal sucedido.
- SID Microeletrônica: foi a única empresa a realizar até hoje o ciclo completo da fabricação de CIs no Brasil, tendo constituído uma empresa

de *design* (Vértice) e adquirido uma *fab* da RCA, chegando a difundir e encapsular circuitos de baixa complexidade ($3\mu\text{m}$ bipolar). A *fab* encerrou suas atividades em 1995 e a própria SID encerrou suas atividades em 2000. Esta foi a única empresa que realizou no país até hoje todo o ciclo de produção de CIs.

- Itaucom: A mais bem sucedida das iniciativas foi a da Itaucom. A empresa chegou a estabelecer uma infra – estrutura de projetos de ASICs a serviço dos fabricantes nacionais protegidos pela reserva de mercado, e instalou uma atividade de encapsulamento de memórias. A empresa é hoje fornecedora das principais empresas montadoras de PCs, como Dell, Itautec e Compaq, encapsulando e testando DRAMs difundidas na Ásia.

A abertura de mercado promovida no início dos anos 90 foi determinante para a indústria de componentes. Em um curto espaço de tempo a maioria das empresas estrangeiras de componentes encerraram suas operações de fabricação no Brasil; das empresas listadas acima, apenas a Semikron (Semicondutores de potência) e a Epcos (capacitores) continuam a fabricar componentes no Brasil.

A Lei de Informática, a 8248/91, como será exposto a seguir substituiu o índice de nacionalização, que estabelecia um percentual em valor a ser fabricado localmente, pelo PPB, Processo Produtivo Básico, ou seja, a seqüência de operações que deveriam ser realizadas localmente para que os produtos obtivessem os benefícios da Lei de Informática, isentando – os de IPI. Esses incentivos possibilitaram a continuidade de operações de fabricação de bens finais no Brasil, porém com elevado conteúdo importado, especialmente de componentes.

Com relação ao mercado de equipamentos de telecomunicações, o mesmo se encontrava também amparado pela Lei de Informática, devido à convergência tecnológica e regulatória. Contudo, o grande impacto sofrido para os fabricantes de equipamentos foi a privatização do sistema Telebrás e a desnacionalização do setor, onde as empresas passaram a adquirir equipamentos de seus fornecedores globais. Nesta lógica, empresas como a Batik e a Zetax, fabricantes de centrais foram vendidas para a Lucent Technologies. A tecnologia Trópico continua sendo

explorada por uma empresa do Grupo Promon em conjunto com o CPqD, e recebeu um investimento por parte de Cisco Systems em 2001. Ela representa ainda 29% das centrais instaladas, de acordo com Tavares (2001), porém as perspectivas de crescimento são limitadas.

O setor de telecomunicações viveu um grande crescimento no período entre 1998 e 2000, coincidindo a privatização do sistema Telebrás e as metas de expansão decorrentes com o crescimento global do setor impulsionado pelas previsões otimistas com o tráfego de dados pela Internet. Contudo, pelas razões mostradas anteriormente, esse crescimento demandou principalmente importações de equipamentos e componentes.

O setor de eletrônicos de consumo continua atuando a partir de Manaus, amparados pelos incentivos fiscais previstos pela legislação até 2013. Essa é a principal fonte de incerteza para o PIM - Parque Industrial de Manaus, que depende dos subsídios para ser viável.

Nos últimos anos, com a fase inicial do plano Real (95/96) houve um grande aumento do consumo de produtos eletrônicos, porém a partir daí a tendência foi de estagnação e mesmo queda. Após a desvalorização do Real em 1999, a situação no mercado interno se torna mais delicada com a diminuição do poder aquisitivo da população no entanto foi aberta a possibilidade de exportações mais competitivas.

No setor de informática, a Lei 10176 renovou os benefícios da Lei de Informática, porém enfrentou algumas dificuldades de regulação, conforme exposto na revisão legal deste trabalho. Em 1999 a Dell Computer instala uma fábrica no Brasil, em Gravataí, Rio Grande do Sul, para a montagem de PCs. Embora investimentos como este ilustrem o potencial do mercado brasileiro, o grande problema enfrentado pelos fabricantes nacionais está no mercado “cinza”, desde os tempos de importação controlada onde este era a única fonte para o abastecimento de novas tecnologias, até o presente, onde este mercado visa simplesmente sonegar impostos e evitar as exigências de investimento da legislação.

4.2. Perspectiva histórica das leis que regulamentam o setor de Tecnologia da Informação

4.2.1. A reserva de mercado

A reserva de mercado para o setor de Tecnologia da Informação foi legitimada pela Lei 7.232/84, que dispunha sobre a Política Nacional de Informática e dava outras providências. Desde 1977 a reserva de mercado era praticada, sendo coordenada primeiramente pela Secretaria de Planejamento da Presidência da República e posteriormente pela SEI – Secretaria Especial de Informática (TAVARES, 2001).

O uso da reserva de mercado como instrumento de política industrial não constituía novidade no processo de formação do setor produtivo brasileiro. O Plano de Metas (1956 – 60), de Juscelino Kubitschek, cujos principais objetivos eram desenvolver a infra – estrutura, estimular a produção de bens intermediários (aço, cimento, etc.) e incentivar a indústria de bens de consumo duráveis (especialmente automobilística) se utilizou da reserva de mercado para realizar seus objetivos.(VASCONCELLOS et al., 2002)

O Plano de Metas se valeu , além da reserva de mercado, de investimentos de empresas estatais, créditos subsidiados e incentivos ao capital estrangeiro, como isenções fiscais e a própria garantia do mercado dada pela reserva, através de mecanismos tarifários e cambiais. Esse esforço permitiu a atração de muitas empresas estrangeiras, como as primeiras montadoras de veículos.

A Lei 7.232/84 reforçava a reserva de mercado através da concessão de incentivos tributários e financeiros para empresas nacionais e do controle por 8 anos das importações de bens e serviços de informática, exercido pela SEI. Foi Instituído também o CONIN – Conselho Nacional de Informática e Automação, instância máxima para os aspectos de informática e presidido pelo próprio Presidente da República. Para os efeitos desta lei, atividades de informática incluiam desde a produção de semicondutores e hardware, até a elaboração de software, prestação de serviços e exploração de bases de dados.

A Lei 7.232/84 definia empresas nacionais como aquelas cujo controle decisório, tecnológico e de capital pertencesse em última instância a pessoas físicas residentes e domiciliadas no Brasil. O controle de capital era definido pela posse de pelo menos 70% das ações com direito a voto. Os objetivos das ações do CONIN, conforme definido pela Lei 7.232/84 eram:

- I) Crescente participação das empresas nacionais no mercado de informática
- II) Atendimento das necessidades dos usuários finais
- III) Desenvolvimento de aplicações que tenham a melhor relação custo – benefício econômica e social
- IV) A substituição de importações e a geração de exportações
- V) A progressiva redução dos preços finais dos bens e serviços
- VI) A capacidade de desenvolvimento tecnológico significativo

Para que fossem atingidos estes objetivos, a lei previa uma série de benefícios fiscais a serem concedidos para as empresas nacionais que desenvolvessem atividades pesquisa, desenvolvimento e produção de bens e serviços de informática:

- Isenção de IPI e Imposto de Importação
- Isenção do imposto de operações de crédito e câmbio
- Dedução em dobro dos gastos com atividades de P&D para efeitos de apuração do lucro tributável de Imposto de Renda
- Depreciação acelerada de máquinas e equipamentos
- Prioridade no recebimento de financiamentos federais

As empresas que eventualmente desenvolvessem atividades de produção de componentes semicondutores no país receberiam adicionalmente os seguintes incentivos:

- Redução do lucro tributável de Imposto de Renda em igual porcentagem à representada pela fabricação de semicondutores na receita bruta

- Dedução em dobro do valor de aquisição de insumos específicos de microeletrônica do lucro tributável (de Imposto de Renda)

Também as empresas nacionais, que tivessem aprovado um projeto de software considerado relevante para o setor produtivo nacional, contavam com o incentivo da redução do lucro tributável de Imposto de Renda em igual percentagem àquela representada pela receita obtida com a comercialização do software sobre a receita total.

É importante lembrar aqui que todos esses incentivos, objetivos da legislação e mesmo a definição de empresa nacional foram revogados pela “Lei de Informática”, a Lei 8.248/91, sendo substituídos por outra estrutura de incentivos.

A contrapartida para todos estes benefícios concedidos às empresas nacionais era especificado, na aprovação de cada benefício, um percentual da receita a ser aplicado em atividades de P&D como criação, desenvolvimento e mesmo adaptação tecnológica.

A Lei 7.232/84 previa ainda exceções para permitir o desenvolvimento de atividades tecnológicas por empresas que não fossem nacionais (pelos critérios apresentados acima, mesmo subsidiárias legalmente incorporadas no Brasil de empresas transnacionais com matrizes em outros países não se qualificariam para os benefícios da lei), porém somente quando “não houvessem empresas nacionais capazes de atender às necessidades efetivas do mercado interno”, e os bens e serviços de informática fossem julgados de relevante interesse para as atividades científicas e produtivas internas.

Atendidas as circunstâncias acima, eram estabelecidas quatro condições para o desenvolvimento da atividade de informática por empresas não – nacionais:

I) Aprovação do CONIN de programa de capacitação do corpo técnico da empresa nas tecnologias do produto e do processo de produção

II) Aplicação de parte da receita bruta de cada exercício em atividades de P&D no Brasil, diretamente ou em associação com universidades e centros de pesquisa segundo prioridades definidas pelo CONIN

III)Apresentação de plano de exportação

IV) Estabelecimento de programa de desenvolvimento de fornecedores locais

Para permitir que não houvessem uma ruptura nas atividades de informática, estas exigências não se aplicavam aos produtos e serviços já em produção e comercialização no país.

Outra exceção importante para as empresas não nacionais se utilizarem de tecnologia externa seriam os chamados “Distritos de Exportação de Informática”, dentro das áreas de atuação da SUDAM e SUDENE. Neles seria autorizada o uso de tecnologia estrangeira por empresas não nacionais, conquanto que a produção se destinasse exclusivamente para exportação.

4.2.2. A Lei de Informática – Lei 8.248/91

A Lei de Informática, como vamos nos referir à Lei 8.248/91, foi promulgada quando a economia Brasileira passava por profundas transformações. Era o momento da abertura do mercado nacional, quando foi facilitado o acesso à importações, através da remoção de barreiras não – tarifárias, diminuição da amplitude de tarifas e redução das alíquotas médias. A tarifa média de importação (para todos os produtos da economia), por exemplo, passou de 51,3% em 1988 para 25,3% em 1991. (MOREIRA e CORREA, 1997 apud VASCONCELLOS, 2002)

A Lei de Informática foi uma das principais ferramentas desta abertura, pois removeu o controle de importações que era exercido pela Secretaria Especial de Informática, abrindo caminho para a desnacionalização do setor.

Como principais benefícios fiscais, a lei previa:

- Isenção do IPI por 07 anos (até 1999) para bens de informática e automação, fabricados no país com valor agregado local, estendendo para bens de informática fabricados no Brasil a isenção geral já estabelecida pela lei 8.191/91
- Dedução das despesas de P&D realizadas no Brasil até o limite de 50% do imposto de renda devido. (benefício previsto até 1997)
- Capitalização: até 1997 todas as pessoas jurídicas poderiam utilizar até 1% de seu imposto de renda devido na compra de ações de empresas beneficiadas pela Lei (MCT, 1998)
- Preferência em compras governamentais: em condições equivalentes de técnica e preço o governo dá preferência a aquisição de bens e serviços de informática desenvolvidos e produzidos no Brasil. (MCT, 1998)

O incentivo de isenção do IPI, de acordo com a lei 8.191/91, era concedido para máquinas e equipamentos, incluindo bens de informática, novos, fossem nacionais ou importados, até março de 1993¹.

Para que as empresas usufruissem da isenção de IPI para bens de informática, a regulamentação da Lei de Informática, através do decreto 792/93 e da portaria MCT/MICT² 101/93, definia “produtos fabricados no país com valor agregado local” através do PPB – Processo Produtivo Básico.

O conceito do PPB pode ser definido como “o conjunto mínimo de operações, no estabelecimento fabril, que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto” (Decreto 3.800, 2001). Pela portaria MCT/MICT 101/93, o PPB para os produtos de informática em geral era:

- a) montagem e soldagem de todos os componentes nas placas de circuito impresso;

¹ Esta isenção acabou sendo prorrogada até ser regulamentada pela Lei 9000, de 1995. (SUZIGAN e VILLELA, 1997:123)

² Ministério da Indústria, Comércio exterior e Turismo, antecessor do MDIC

- b) montagem das partes elétricas e mecânicas, totalmente desagregadas, em nível básico de componentes;
- c) integração das placas de circuito impresso e das partes elétricas e mecânicas na formação do produto final, montadas de acordo com os itens "a" e "b" acima;
- d) gestão da qualidade e produtividade do processo e do produto final, envolvendo, inicialmente, a inspeção de matérias-primas, produtos intermediários, materiais secundários e de embalagem, o controle estatístico do processo, os ensaios e medições e a qualidade do produto final, ressalvado o atendimento ao disposto no art. 2º desta Portaria.

No item d), acima, a disposição do artigo 2º era a de que as empresas deveriam implementar em 24 meses a partir da concessão do benefício, sistema de qualidade então baseado nas normas da série 19000 da ABNT. Posteriormente, a norma adotada passou a ser a NBR / ISO 9000.

Eram consideradas pela Lei de Informática empresas brasileiras de capital nacional¹ as pessoas jurídicas com sede no Brasil com 51% de seu capital votante e poder decisório, inclusive sobre pesquisa e desenvolvimento, nas mãos de pessoas físicas residentes e domiciliadas no Brasil ou entidades brasileiras de direito público.

Para empresas que não se adequassem à definição de empresa brasileira de capital nacional acima, os mesmos benefícios seriam concedidos desde que fossem atendidos três requisitos:

I) Programa de capacitação do corpo técnico em tecnologias de produto e processo de produção

¹ Essa distinção perdurou somente até a reforma constitucional de 1995, quando não passou mais a haver diferenciação quanto à origem do capital. (SUZIGAN e VILLELA, 1997:88)

II) Programas de pesquisa de desenvolvimento, a serem realizados no Brasil, de acordo com as exigências da própria lei, para todas as empresas, de investimento em P&D

III) Programas progressivos de exportação de bens e serviços de informática

Para as empresas localizadas na ZFM, não era necessário apresentar o programa progressivo de exportação previsto na alínea III aqui disposta, de acordo com a Lei 8.387/91, para que usufruissem dos benefícios previstos na Lei de Informática.

Ainda de acordo com a Lei 8.387/91, e a redação que esta dava ao decreto – lei 288/67, regulamentando os benefícios fiscais da ZFM, os produtos de informática usufruíam de redução do imposto de importação ao serem internados nas outras regiões do Brasil. (pela própria definição de Zona Franca este imposto não era recolhida quando da entrada dos produtos vindos do exterior na ZFM). O imposto sofria uma redução, em igual percentual ao valor de componentes nacionais no produto, de acordo com a fórmula abaixo, da lei 8387/91:

$$CRA = \frac{MPn + PIn + MSEn + MO}{MPt + PIr + MSEt + MO}$$

Onde:

CRA: Coeficiente de Redução Aduaneira (do imposto de importação)

MPn: matéria – prima nacional

PIn: Produtos intermediários nacionais

MSEn: Materiais secundários e de embalagem nacionais

MO: mão de obra

MPn: matéria – prima total (nacional + importada)

PIn: Produtos intermediários totais (nacionais + importados)

MSEn: Materiais secundários e de embalagem totais (nacionais + importados)

Para que as empresas usufruíssem destes benefícios, a contrapartida exigida era o investimento de 5% do faturamento bruto das empresas em P&D, sendo que destes pelo menos 2% seriam em convênio com centros ou institutos de pesquisa ou entidades de ensino brasileiras, oficiais ou reconhecidas. As mesmas condições eram válidas para as empresas da ZFM, porém neste caso de acordo com a Lei 8387 as atividades teriam de ser realizadas na Amazônia.

Na verdade, o estabelecimento destes benefícios fiscais representava uma desvantagem para a ZFM, pois dava às empresas situadas fora dela a mesma isenção de IPI nela usufruída, ficando como única vantagem tributária a redução do imposto de importação devido, dada pela fórmula do CRA – coeficiente de redução aduaneira. A fórmula do CRA aqui mostrada depende basicamente do conteúdo de valor nacional. Para um produto que tivesse apenas componentes importados, por exemplo, o CRA equivaleria a reduzir o peso da mão – de – obra do Imposto de Importação devido. Os produtos de informática em geral possuem a maior parte de seus componentes importados. Os celulares, por exemplo possuem até 98% do seu conteúdo importado (LOBO, 2000), daí o empenho das autoridades amazonenses em tentar barrar a sua inclusão na Nova Lei de Informática. Para outros produtos não enquadrados na Lei de Informática, exceto veículos, esse percentual de redução do Imposto de Importação era de 88%.

Um ponto importante da lei é a abrangência dos produtos que seriam por ela beneficiados. A Lei de Informática definia bens e serviços de informática e automação como:

- componentes semicondutores e de natureza eletrônica
- máquinas e equipamentos de técnica digital
- programas de computadores
- serviços técnicos associados aos itens acima

Posteriormente, com a Nova Lei de Informática, a 10.176/01, foram acrescentados celulares e monitores de computador como bens de informática, e explicitamente definia-se que os benefícios da lei não se aplicavam para eletrônicos de consumo. A inclusão de celulares e monitores foi um ponto muito polêmico da Nova Lei e foi duramente combatido pelas autoridades do Amazonas, pois retirava as vantagens dessas indústrias da ZFM.

Além do benefício federal concedido sob a forma de isenção do IPI, foi firmado em 1997 o convênio ICMS 23, autorizando a concessão da redução da base de cálculo do ICMS aos estados e ao Distrito Federal, de forma que a carga tributária de ICMS resulte em 7% para os produtos da indústria de informática e automação

4.2.3. A Lei 10.176/01 – a Nova Lei de Informática

A Lei 10.176/01 veio complementar a Lei de Informática e estender os incentivos fiscais de IPI até o ano de 2009. A Nova Lei de Informática já estava dentro do contexto do desaparecimento da distinção entre empresas de capital nacional e estrangeiro, sendo o foco a fabricação de equipamentos de informática no Brasil, independentemente da origem do capital.

Em linhas gerais, a Nova Lei de Informática previa a isenção do IPI, devendo as empresas em retorno investir em atividades de P&D e seguir o PPB – processo produtivo básico, garantindo um mínimo de nacionalização das atividades de informática.

O incentivo de IPI foi redefinido como uma isenção decrescente, variável de acordo com a região da empresa. No gráfico abaixo, colocamos um exercício indicando qual seria a alíquota efetiva de IPI a ser paga dado um alíquota – base se 15%, de acordo com a região da empresa:

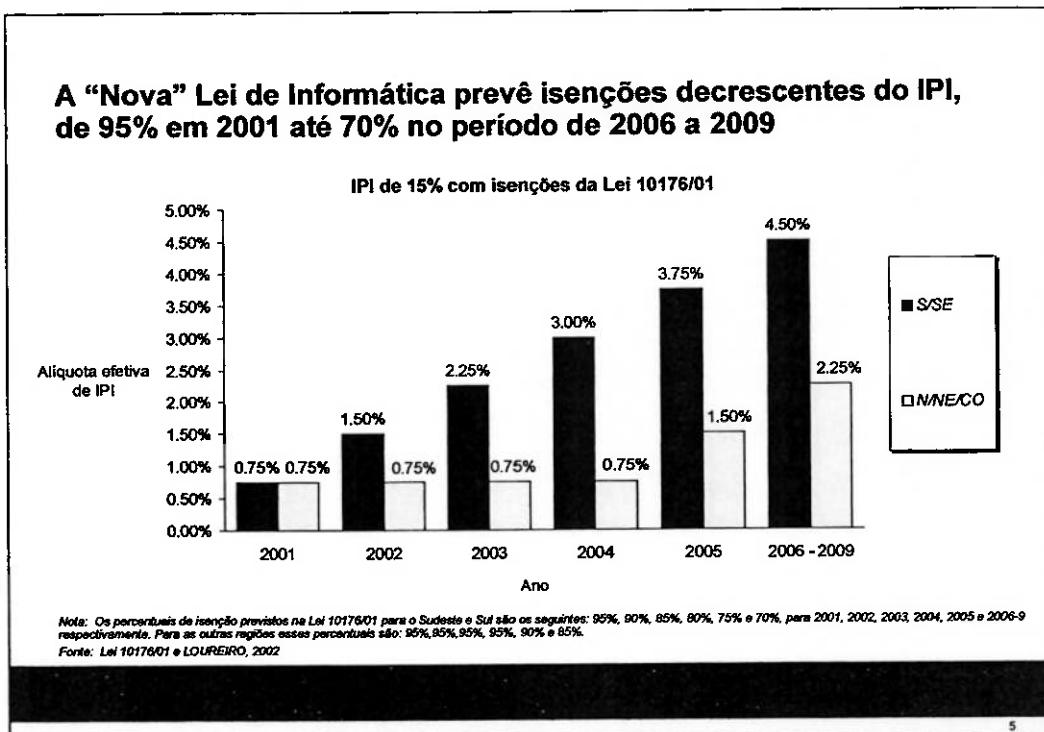


Gráfico 13 – Benefício tributário da Lei 10176/01

A contrapartida de investimentos em P&D era de 5% do faturamento bruto da empresa com a comercialização de produtos de informática no mercado interno, deduzidos os tributos e ainda a aquisição de insumos já beneficiados por esta lei. Esta dedução é particularmente importante por permitir o desenvolvimento de uma cadeia produtiva do setor, pois haveria um “ônus de P&D” em cascata caso fosse mantida o percentual fixo de 5% em todas as etapas de produção.

O percentual do faturamento a ser investido em P&D também sofre modificação de acordo com a região, e uma redução progressiva, conforme diminuem os incentivos do IPI. O gráfico abaixo ilustra o percentual a ser investido em P&D pelas empresas beneficiadas pela Nova Lei de Informática:

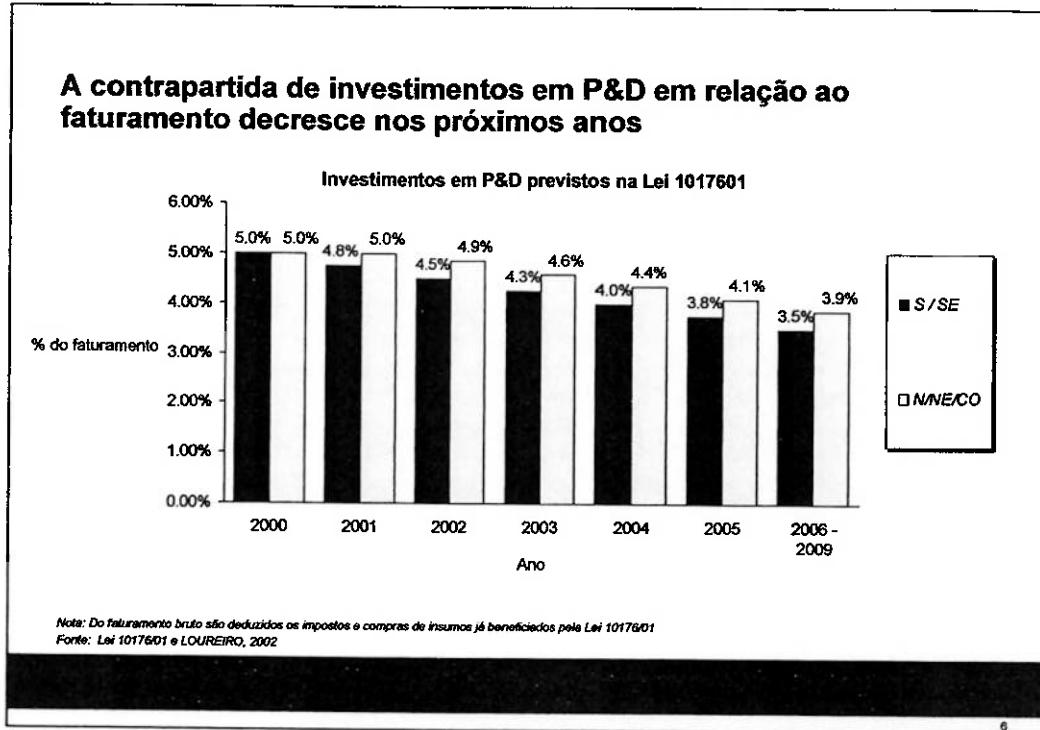


Gráfico 14 - Investimentos em P&D pela Lei 10176/01

Dos 5% (base) a serem aplicados em P&D, para as empresas com faturamento acima de 5 milhões de UFIRs¹ pelo menos 2,3% (ou seja, 46% do total a ser aplicado em P&D), da seguinte maneira:

- 1% mediante convênio com centros ou institutos de pesquisa ou entidades brasileiras de ensino, credenciadas pelo CATI – Comitê da Área de Tecnologia da Informação, do MCT
- 0,8% mediante convênio com centros ou institutos de pesquisa ou entidades brasileiras de ensino, credenciadas pelo CATI, com sede nas regiões Norte, Nordeste ou Centro – Oeste, exceto na ZFM
- 0,5% sob a forma de recursos financeiros depositados trimestralmente no FNDCT – Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Os bens considerados bens de informática para efeito da Lei 10176/01 foram definidos pelo decreto 3801/01, constando em tabela no anexo 1. Tanto bens finais,

¹ A UFIR foi extinta como indexador, pela última cotação (2000) 5 milhões de UFIRs equivaliam a R\$ 5.320mil.

como computadores (máquinas automáticas para processamento de dados e suas unidades, posição 8470 do SH - Sistema Harmonizado / NCM – Nomenclatura Comum do Mercosul) até componentes como circuitos impressos (posição 8538), semicondutores (posição 8541) e circuitos integrados (posição 8542), passando por equipamentos de telecomunicações e outros eletrônicos.

Um dos pontos – chave da regulamentação da Lei 10176/01 foi a inclusão dos terminais portáteis de telefonia celular (celulares, ou *handsets*) e monitores de vídeo como bens de informática, com implicações para as empresas da ZFM, pois uma vez incluídos como bens de informática a manufatura destes na ZFM teria menos vantagens competitivas.

4.2.4. Problemas na transição para a Nova Lei de Informática

Os benefícios fiscais que haviam sido concedidos pela Lei de Informática, em 1991, acabariam em outubro de 1999, tendo sido estendidos até dezembro de 2000. Até esta data era previsto que já houvesse ocorrido a regulamentação da extensão dos benefícios. Contudo, a Nova Lei de Informática só foi publicada em Janeiro de 2001. O principal motivo da demora na promulgação da lei foi a questão acerca de se considerar celulares e monitores de vídeo como bens de informática, que provocou a oposição da ZFM e dos políticos amazonenses à nova Lei.

Para que se evitasse problemas ao setor com o fim de incentivos, o governo baixou ao final de 2000 um decreto (3.777/01) diminuindo a alíquota de IPI para 2% para a maioria dos bens de informática e telecomunicações. Essa alíquota era válida tanto para bens nacionais como importados e teve como resultado um grande aumento nas importações e diminuição das vendas nas empresas brasileiras. A FIC, fabricante de placas – mãe, por exemplo, relatou clientes seus comprando diretamente da matriz em Taiwan devido à alíquota de IPI de 2%. (TEIXEIRA, 2001)

A situação só foi normalizada em 2002, após o decreto 4.056 ter modificado as alíquotas de IPI, que novamente foram fixadas em sua maioria em 15%. Apenas

componentes como semicondutores, diodos e circuitos integrados mantém alíquotas de 2 a 5 % de IPI.

Além desse fator que tornou a lei pouco efetiva em seu primeiro ano, a própria regulamentação é relativamente morosa, se considerarmos os padrões da indústria de tecnologia. A Nova Lei de Informática foi promulgada em Janeiro, e o decreto 3.800, que regulamenta o procedimento do PPB, apenas em Abril, e finalmente a portaria MDIC / MCT 90, que efetivamente implementa os PPBs de portarias anteriores na Nova Lei de Informática, veio a ser publicada em fins de Junho. Ivair Rodrigues, do IDC Brasil, afirma que “*soou como uma piada para as empresas estrangeiras que estudavam investir no Brasil o que aconteceu com o PPB, que ficou quase 1 ano e meio em discussão.*” (RODRIGUES, 2002).

4.3. Situação atual

4.3.1. O mercado de componentes semicondutores no Brasil e seus segmentos

Atualmente, apenas quatro empresas atuam na fabricação de semicondutores no Brasil. As empresas e suas atividades são:

- Semikron: empresa alemã, produz semicondutores para uso em aplicações de alta potência (tiristores, etc.)
- Aegis: empresa brasileira, atua no mesmo campo da Semikron.
- Heliodinâmica: produz células solares a partir de silício
- Itaucom: encapsula DRAMs difundidas na Ásia e importadas

Nenhuma destas empresas lida com o *design* de circuitos integrados (CIs). A Semikron, a Aegis e a Heliodinâmica lidam com componentes discretos e células solares e a Itaucom está na etapa de encapsulamento e testes de memórias.

Contudo, outras 4 empresas que não atuam na fabricação de semicondutores no Brasil apresentam atividades de *design* aqui. Os principais destaques são a Motorola e a Smar. A Motorola, uma das maiores empresas mundiais do setor, instalou no país o BSTC (*Brazilian Semiconductor Technology Center*, ou Centro Brasileiro de Tecnologia de Semicondutores), integrado à estrutura mundial de

design de CIs da companhia. A Smar é uma empresa nacional do setor de automação industrial, inicialmente desenvolvendo sistemas de controle para usinas de álcool e açúcar, tendo desenvolvido sua tecnologia de sensores. Das vendas de USD 40 milhões em 1999, as exportações corresponderam a USD 16 milhões, e possui filiais nos EUA, Alemanha e China. Os módulos eletrônicos dos produtos de automação por ela comercializado são fabricados na Ásia. As outras duas empresas são a Idea e a NEC, empresa japonesa com forte atuação em telecomunicações. (SWART, 2002).

O mercado brasileiro de componentes semicondutores atualmente é atendido em mais de 90% por importações. A produção local de semicondutores não atinge 10% do total, sendo que antes da abertura comercial este percentual era de mais de 30%. O mercado, contudo era muito menor, tendo registrado após 1994 uma taxa de crescimento anual, em dólares, de 24% ao ano, conforme mostrado no gráfico a seguir:

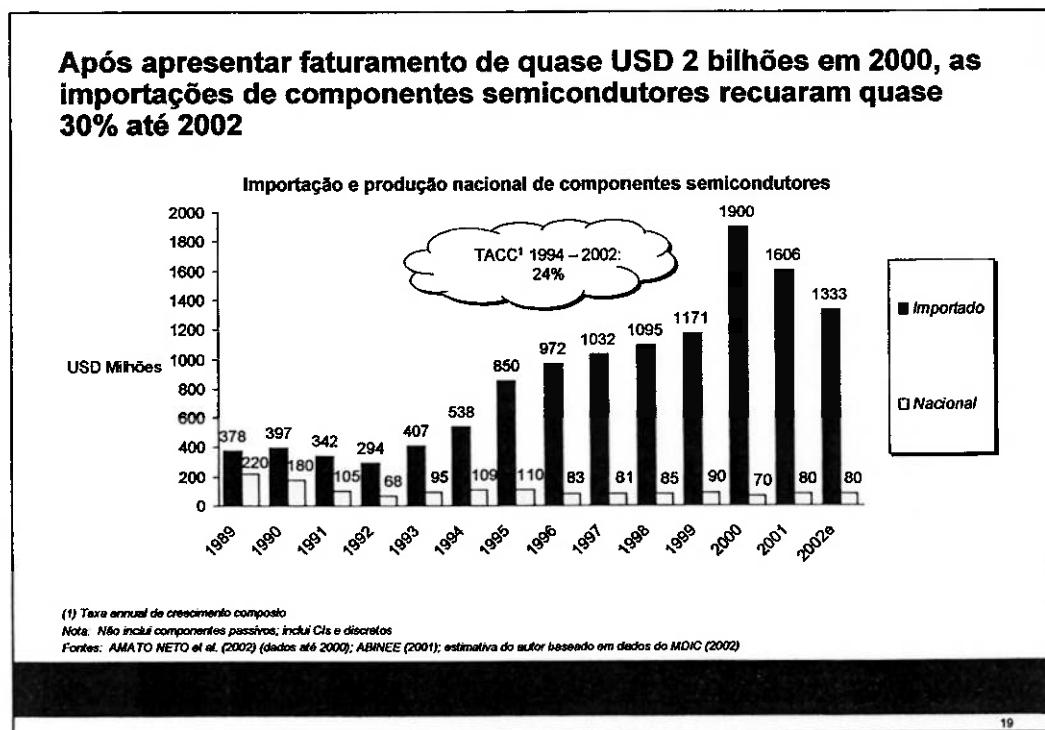


Gráfico 15 - Fabricação nacional e importação de componentes semicondutores

A queda após 2000 ocorreu pela conjunção de fatores da desaceleração da atividade econômica, da desvalorização cambial, que foi de 21% em 2001 e de 50%

até outubro de 2002, tornando os produtos importados mais caros e finalmente, dentro do próprio setor, a queda de demanda do setor de telecomunicações¹.

Além dos componentes isolados, grande parte da importação vem na forma de placas montadas e embutidas nos produtos finais. No gráfico a seguir é apresentado uma estimativa do conteúdo semicondutor destas importações e da sua importância relativa as importações totais do complexo eletrônico:

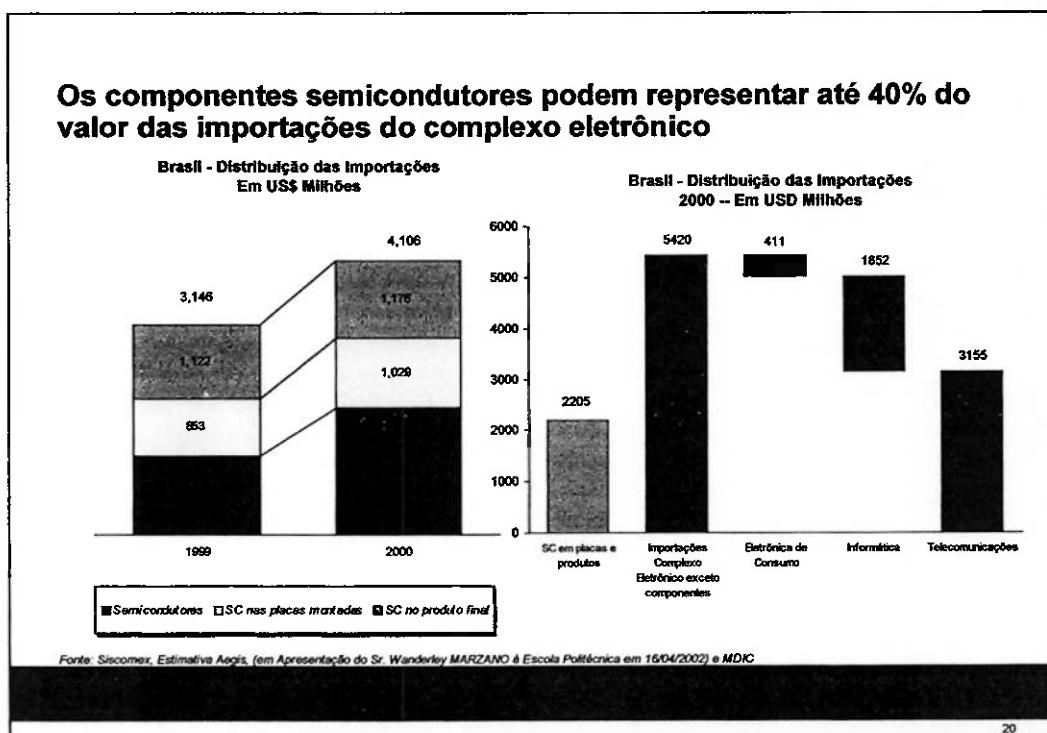


Gráfico 16 - Importações de semicondutores embutidos

Como podemos ver, a estimativa para o ano 2000 indicava que até 40% das importações do complexo eletrônico poderia ser relativa a semicondutores. Como vimos, o valor agregado de semicondutores nos componentes eletrônicos em 2000 foi de 18%. A diferença pode ser explicada pela agregação local de valor de outros componentes e ainda os semicondutores embutidos em produtos fora do complexo eletrônico como por exemplo automotivo. O principal valor desta estimativa é

¹ Para esta parcela do mercado de semicondutores, os componentes importados ou fabricados no país, este efeito não é tão importante, pois a maioria dos produtos de telecomunicações vem montado ou em placas, com conteúdo semicondutor embutido (e não considerado nesta parcela).

mostrar a relevância destes componentes para nossa balança comercial, onde os semicondutores representam 7% das importações e o tamanho do mercado brasileiro, cerca de 2% do mercado mundial ou 6,5% do mercado das Américas.

É preciso fazer uma ressalva a estes números, no entanto, devido as incertezas nos mercados, especialmente de computadores. Além disso, houve uma redução no mercado, como já mostrado pela queda nas importações de semicondutores componentes. Esta redução está em linha com a apresentada pelo mercado mundial, porém como vimos anteriormente este dá sinais que inicia uma recuperação. É fundamental que esta recuperação se dê também no Brasil, para manter a expressividade de nosso mercado.

Os principais segmentos que demandam componentes semicondutores, em especial circuitos integrados, no Brasil, são Informática (PCs e servidores) , telecomunicações, eletrônica de consumo e automotivo. A participação de cada setor é, respectivamente, estimada para o ano de 2001 em 57%, 24%, 9% e 10%. (AMATO NETO et al. 2002). Vamos brevemente analisar os principais fatores de demanda em cada mercado.

4.3.1.1. Mercado de Informática

O mercado de informática é o maior consumidor de semicondutores nos mercados mundial e brasileiro. Os componentes semicondutores, em especial CIs, estão no processador (carro – chefe da Intel, maior empresa de semicondutores do mundo, com mais de 80% do mercado de processadores para PCs), no *chipset* da placa – mãe, nas DRAMs, nas placas como por exemplo a placa de vídeo, nos controladores de disco, modems, placas de rede, etc.

O mercado brasileiro de informática, apesar das crises cambiais e das oscilações da economia, vem crescendo continuamente, porém com a participação cada vez maior do mercado cinza (componentes importados subfaturados e montados sem o recolhimento dos impostos devidos). A evolução do mercado é demonstrada no gráfico a seguir:

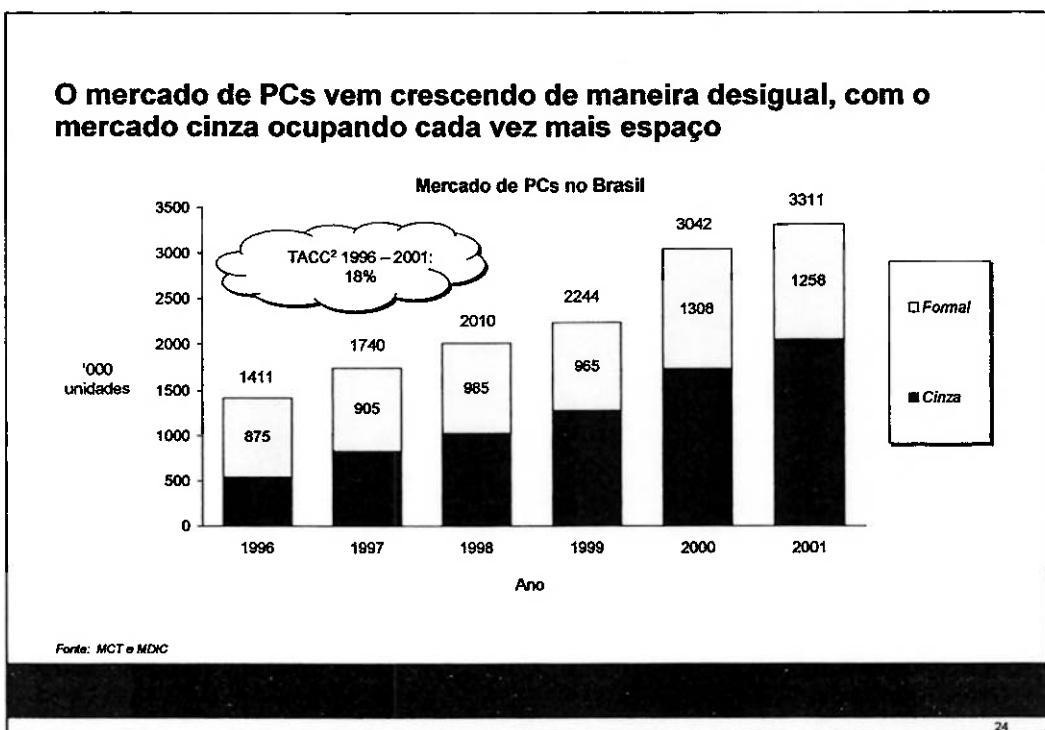


Gráfico 17 - Mercado de PCs

Apesar do crescimento do mercado, existem questões importantes a serem consideradas, conforme colocado por Loureiro (2002):

- grande presença (70%)¹ do mercado cinza de computadores
- escala reduzida do mercado formal
- balança comercial negativa
- tributação onerando produtores formais.

É preciso salientar que mesmo em mercados mais desenvolvidos fatias expressivas do mercado de informática são dominadas pelo mercado cinza, de componentes montados. Assim, nos EUA o mercado cinza possui uma fatia de 27%, no México e na França, 29%, na Coréia 44%. Alguns países possuem índices ainda piores que o Brasil, como a Argentina com 68% e a China com 86%.

As fraudes na importação, como por exemplo 1,8 milhões de gabinetes importados por menos de USD 1 / cada, levaram o MDIC e o MCT no segundo

¹ De acordo com o MCT, em 2001 o a fatia do mercado cinza era de 62%.

semestre de 2002 a intensificar a fiscalização através de um banco de dados de controle de importações e de auditorias em empresas. Mesmo com grande parte das importações subfaturadas, a balança comercial do setor de informática registra forte déficit, que pode ser na realidade várias ordens de grandeza maior devido ao mercado cinza. O gráfico a seguir apresenta a evolução da balança comercial do setor de informática:

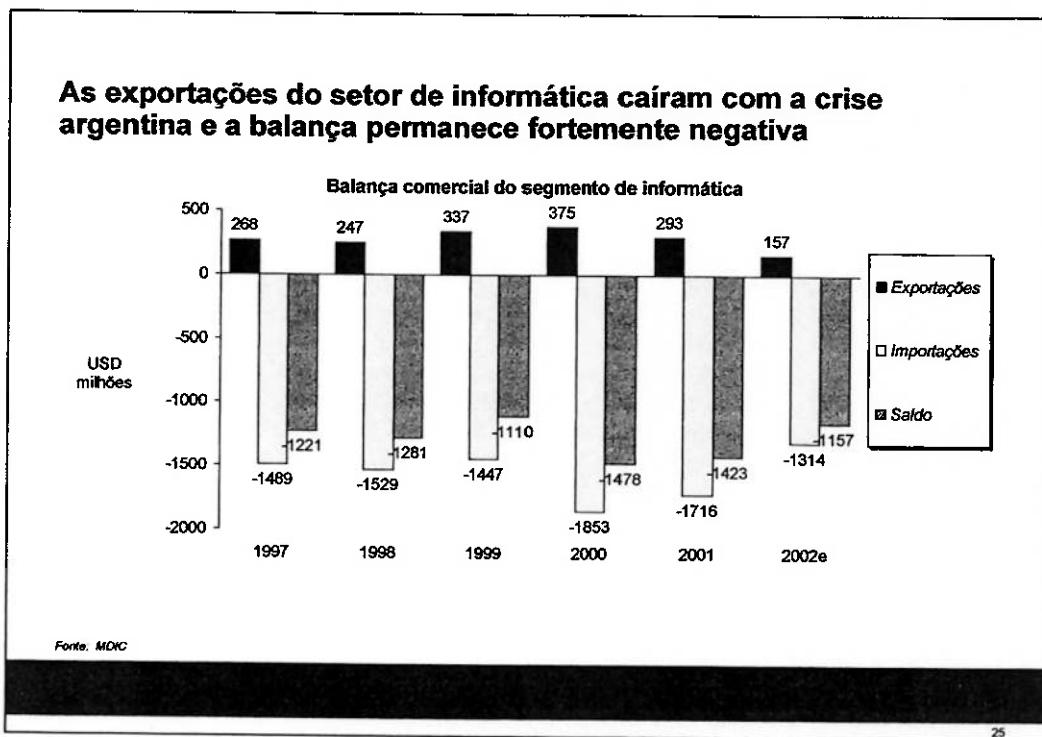


Gráfico 18 - Balança Comercial do setor de Informática

4.3.1.2. Ações de aumento da demanda de produtos de informática

A indústria brasileira de informática sofre forte concorrência do mercado cinza, que representa mais de 60% do mercado total de PCs. Para contornar esta situação foram propostas por Loureiro (2002) uma série de medidas para ampliar a competitividade do setor:

- criação de mecanismos de transparência de dados e de fiscalização, para aumentar o mercado formal: em Out. / 2002 o MCT e o MDIC iniciaram um esforço conjunto de fiscalização a partir de uma base de dados para identificar importações subfaturadas

- Implementação da proposta governamental de antecipação da TEC para produtos de Informática
- Criação de um crédito tributário para o mercado formal, sendo de 10% do faturamento menos os insumos importados, visando estimular o mercado formal e a nacionalização da cadeia.

4.3.1.3. Mercado de Telecomunicações

O mercado Brasileiro de telecomunicações passou por alterações importantes nos últimos anos, em decorrência da privatização do sistema Telebrás, em 1998 e da popularização crescente da telefonia celular. Entre 1999 e 2001 houve uma grande expansão e tanto investimentos em equipamentos para telefonia fixa (centrais) como móvel (ERBs – Estações Rádio Base, e aparelhos celulares – *handsets*). Um dos objetivos destes investimentos por parte das empresas (Telemar, Brasil Telecom e Telefónica) que adquiriram companhias do sistema Telebrás era a antecipação até 2001 das metas fixadas para 2003 pela Anatel, o que permitiria a estas empresas atuar fora das áreas inicialmente estabelecidas nos leilões de privatização.

Esta expansão acarretou em um grande aumento das importações no setor, fruto da mudança nas cadeias de suprimento das operadoras, que após privatizadas passaram a seguir a política de compra de suas matrizes. Embora a tecnologia brasileira tivesse conseguido chegar a avanços, em especial devido ao CPqD, obtendo sucessos como a tecnologia Trópico de Centrais e a telefonia pública por cartão indutivo, essa mudança nas condições de demanda (PORTER, 1993) alterou o cenário competitivo, redirecionando as iniciativas nacionais como o próprio CPqD, transformado em fundação privada, a nichos de mercado.

A expansão da telefonia é mostrada no gráfico a seguir:

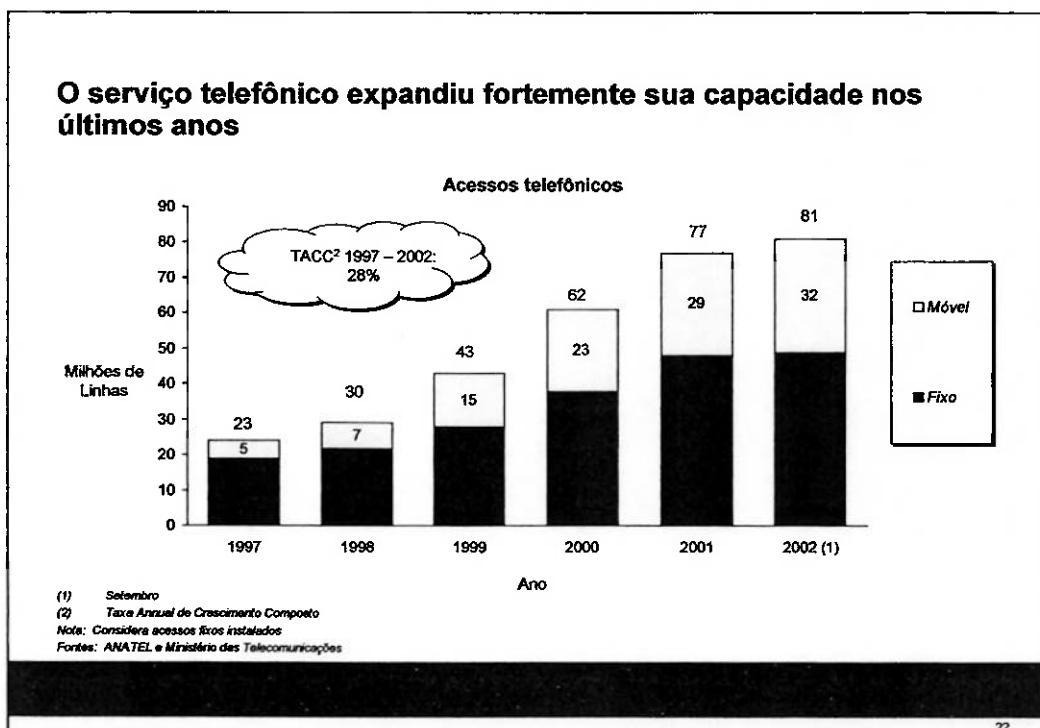


Gráfico 19 - Expansão dos serviços de telefonia

Esta expansão certamente terá seu ritmo arrefecido nos próximos anos, especialmente com relação à telefonia fixa. Dos 49 milhões de acessos instalados, apenas 38 milhões estão em serviço, isto é, linhas telefônicas com assinantes. No campo da telefonia móvel, a implantação do SMP – serviço móvel pessoal e da tecnologia GSM impulsionará a demanda a partir de 2002, porém em um crescimento provavelmente mais lento que o ocorrido na introdução da tecnologia atual face a saturação do mercado.

Paralelamente ao crescimento da telefonia, a transmissão de dados também atravessou um crescimento bastante grande no período, graças a expansão da Internet. Este crescimento gerou uma demanda por equipamentos como roteadores e modems, também demandantes de componentes semicondutores e em sua maioria importados como produtos finais ou kits.

Após este grande crescimento motivado pelo crescimento e investimentos em telefonia e transmissão de dados, o mercado de telecomunicações atravessa uma forte retração, com uma diminuição de 62% das importações de 2001 para 2002 (até outubro). O crescimento da demanda, especialmente por telefonia móvel, trouxe

outra consequência importante: o Brasil se tornou montador de aparelhos celulares, produzindo atualmente cerca de 20 milhões de aparelhos e exportando 8 milhões deles. A partir da Nova Lei de Informática (10176/01) os celulares passam a usufruir de isenção parcial de IPI, desde que suas fabricantes comprovem o investimento em P&D.

Com estes movimentos, as importações, que chegaram a USD 3,2 bilhões de Janeiro a Outubro de 2001, caíram para USD 1,2 bilhões em 2002. Aliado ao aumento das exportações de celulares, a queda na demanda¹ fez mesmo com que a balança comercial de telecomunicações de tornasse positiva, conforme mostrado no gráfico a seguir:

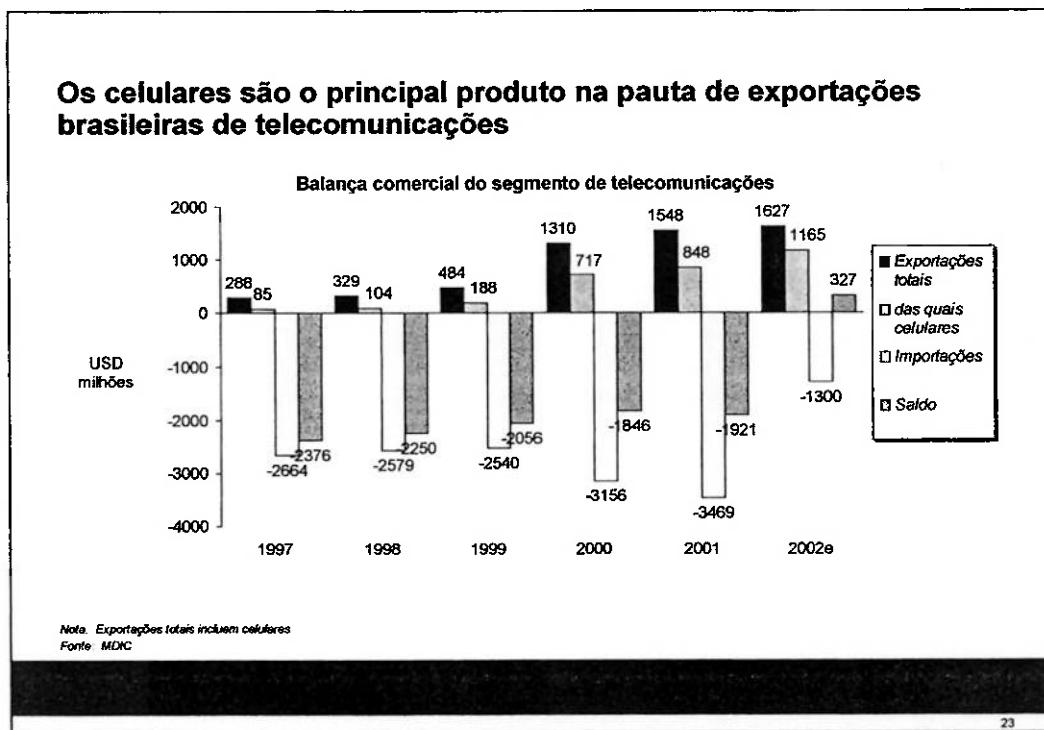


Gráfico 20 - Balança comercial do setor de telecomunicações

¹ A queda na demanda foi ainda mais pronunciada, pois os celulares chegam a ter 98% das suas peças importadas, e o aumento da exportação assim contribuiu para um aumento das importações, que não aparece nos números finais devido a retração da demanda de outros segmentos.

4.3.1.4. Mercado de Eletrônica de Consumo

A indústria de bens eletrônicos de consumo como televisões, DVDs e dispositivos de áudio é praticamente toda concentrada no PIM – Parque industrial de Manaus. Refrigeradores e fogões atualmente são produzidos em outras regiões, como o São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Alguns produtos alcançam expressivos volumes, contudo é interessante comparar a produção brasileira com a chinesa e a mundial de alguns produtos de consumo, e também de PCs e celulares, classificados, respectivamente em Informática e Telecomunicações , conforme será mostrado no gráfico a seguir:

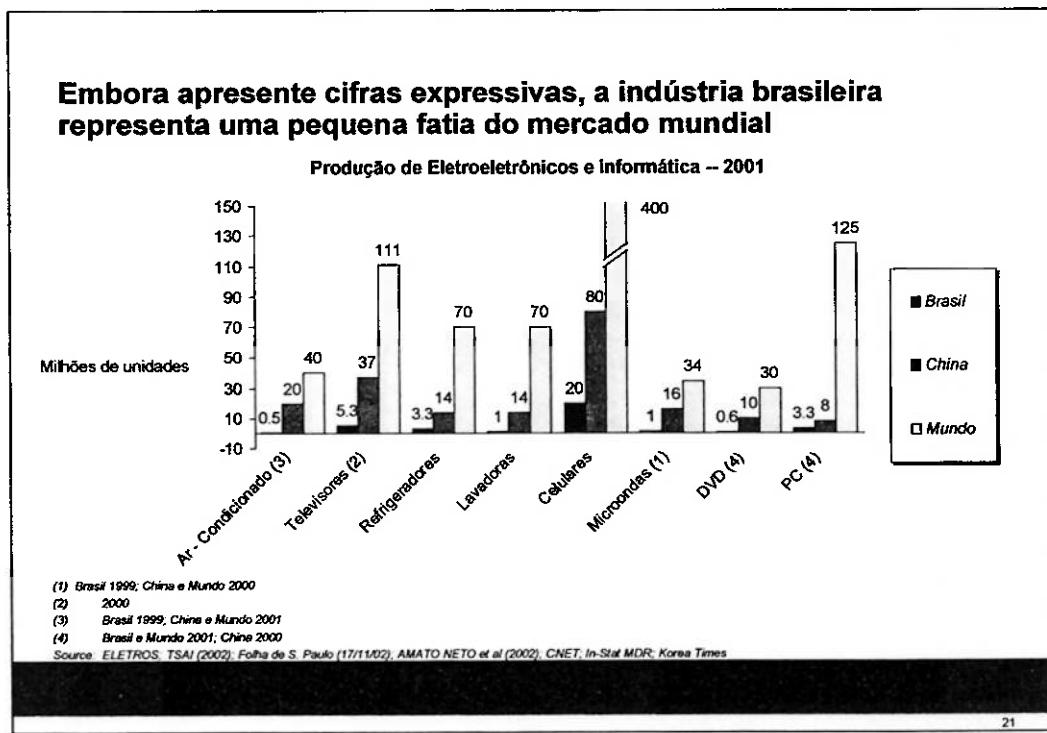


Gráfico 21 - Volumes de produção de eletrônicos - Brasil, China e Mundo

Podemos ver que a produção brasileira alcança cifras bastante modestas, de 1 a 5 % do mercado mundial. Deve – se destacar a grande exportação de produtos por parte da china, e a maior concentração de produção para o mercado interno no Brasil.

O comércio externo de eletrônica de consumo é pouco desenvolvido no Brasil. As exportações em 2001 USD 385 milhões, concentradas praticamente em auto – rádios e televisores, sendo que os auto – rádios estão em tendência declinante mesmo com a desvalorização do real, e os televisores em crescimento após esta. Em 2002 porém é esperado uma queda de cerca de 25% nas exportações de bens de consumo eletrônicos.

4.3.1.5. Mercado de Eletrônica Embarcada Automotiva

Os semicondutores em eletrônica embarcada tiveram seu valor estimado em USD 297 milhões em 2001 (AMATO NETO et al., 2002). Os principais usuários de eletrônica nos automóveis, fora o rádio, são a injeção eletrônica, o freio ABS, o computador de bordo, o imobilizador de segurança e o alarme. No Brasil, desta lista apenas a injeção eletrônica é um item de série, o que torna mais baixo o consumo por automóvel.

Existe aqui contudo um quadro bastante interessante em termo da estrutura de rivalidade interna (PORTER, 1993) de montadoras, pois estão presentes as principais montadoras européias, americanas e japonesas, sendo que as 4 maiores (Fiat, Volkswagen, General Motors e Ford) possuem capacidades de engenharia razoavelmente desenvolvidas, em especial para modelos pequenos.

Salerno et al. (2002), em pesquisa sobre a configuração da cadeia automotiva brasileira, aponta a falta de componentes eletrônicos de alta tecnologia como um dos principais gargalos em projeto, o que leva às dificuldades associadas à importação, como logística e tempos maiores. Uma relação interessante é o BSTC da Motorola estar, na organização mundial da empresa, na unidade de negócios de semicondutores automotivos e eletrônica embarcada. Contudo, não é gerado a fabricação local destes componentes, porém a capacitação neste ramo de *design* é um extravasamento que ocorre. Exemplos de projetos do BSTC incluem um CI para controlar medidores automotivos utilizando – se motores de passo. (KRÜGER, 2002b)

4.3.2. Tarifação Aduaneira para Bens de Tecnologia da Informação

Dado que a maior parte da demanda do setor de informática e telecomunicações, assim como os componentes eletrônicos são importados, é da maior importância política aduaneira com relação a estes.

Como vimos, durante as décadas de 70 e 80 o Brasil apresentou barreiras à importação destes bens, tanto tarifárias como não tarifárias (controle e autorização de importações). A partir de 1992 iniciou – se a abertura comercial. A tabela abaixo mostra a evolução das tarifas desde 1992 até o fim de 1994:

Classe de Importação	Até Jul / 92	De Out / 92 a Jul / 93	De Jul / 93 a Dez / 94
Bens Finais	50	40	35
Circuitos Impressos	50	35	30
Módulos	35/50	25/30	20/30
Semicondutores	40	20	15
Placas desmontadas	30	20	15
Insumos críticos ¹	30/50	0	0

Tabela 9 - Tarifas de Importação de bens de informática na abertura comercial (TIGRE, 1993)

Podemos ver que houve uma queda acentuada nas alíquotas, favorecendo as importações, o que acabou causando uma desnacionalização do setor, em especial nas atividades de P&D e produção. (TIGRE, 1993)

A partir de 1995, entra em vigor a TEC – Tarifa Externa Comum, dentro do âmbito do acordo de Ouro Preto que criava a união aduaneira do Mercosul. As tarifas seriam alteradas para se manterem no mesmo nível do adotado pelas outras nações do Mercosul, e não haveria tarifas entre as nações – membro para produtos de fabricação das mesmas.

Foram definidas porém listas de exceções à TEC, para evitar choques nos países – membros. Além das listas específicas, onde cada país incluiria os produtos

¹ Não fabricados no Brasil

que necessitassem desta providência, haviam as listas de bens de capital e de informática. As tarifas para estas devem convergir em 2006.

De acordo com a TEC final para bens de informática, a alíquota final de II (Imposto de Importação) não é superior a 16%, sendo em média de 10%. Para os CIs (posição 8542 da NCM) que constam da lista, como outros processadores, outras memórias e circuitos analógico - digitais, as taxas atualmente em vigor vão de 11 a 22%, devendo convergir para 6 a 12% até 2006. As alíquotas máximas para os bens da lista, como por exemplo microcomputadores, estão atualmente em 26%, devendo convergir para 16% em 2006. É interessante notar que microprocessadores e microcontroladores, embora estejam na lista de bens de informática, tem suas tarifas já em 1,5% (ou zero de tarifa base + o adicional de 1,5% que vale até 31/12/2002) e não fazem parte da lista de convergência apresentado acima.

4.3.2.1. O ITA – Information Technology Agreement

O ITA é um acordo no âmbito da OMC – Organização Mundial do Comércio que visa reduzir a zero as tarifas de importação de produtos de Tecnologia da Informação. O ITA se iniciou a partir de Julho de 97, quando países respondendo por 90% do comércio mundial de bens de tecnologia da Informação concordaram com uma agenda de redução de tarifas. O acordo funciona no regime de nação mais favorecida, assim as reduções de tarifas por parte de um signatário do ITA se aplicam para todos os outros países membros da OMC, independentemente de assinarem ou não o ITA.

O ITA pretendia zerar todas as alíquotas de importação a partir de 2000, porém alguns membros podem estender a agenda para produtos sensíveis.

Os bens cobertos pelo ITA vão desde químicos para a fabricação de semicondutores, bens de capital para a fabricação de circuitos integrados e componentes semicondutores a placas, monitores, computadores, equipamentos para redes de telecomunicações e automação bancária.

São membros do ITA os Estados Unidos, a União Européia, o Japão, a Coréia, Malásia, alguns territórios de Taiwan com alfândegas independentes, Singapura, a Índia, Indonésia, Israel e outros que totalizam 90% do comércio de tecnologia da informação. Nas Américas, além dos EUA, Canadá, Costa Rica e El Salvador são signatários¹. A importância do ITA na área das Américas se deve a propostas, dentro do âmbito da Alca, de todos os países o adotarem. Recentemente, Craig Barrett, presidente da Intel, em visita ao Brasil, defendeu sua adoção pelo país, como forma de estimular a demanda por produtos de informática e a inclusão digital.

Dado os níveis de tarifas atuais e mesmo os programados para 2006 da TEC, o ITA representaria um grande impulso às importações, facilitando o abastecimento no exterior de produtos e componentes de informática.

4.3.3. Resultado das Políticas de Informática

4.3.3.1. Resultados da Reserva de Mercado de Informática

A Reserva de Mercado de Informática representou a interferência do Estado nos rumos da economia e da indústria brasileira através de sua principal característica que era o controle de importação de bens de informática. Com a restrição ao acesso a produtos e tecnologias, houve a necessidade de um desenvolvimento de soluções brasileiras, nos casos onde era imperativo, como por exemplo a automação bancária (COLTRO, 2002). Contudo, feitas as exceções de setores que “puxaram” o desenvolvimento de tecnologia, a regra foi um atraso relativo às inovações mundiais e ainda os contornos da lei, como maquiagem de equipamentos e contrabando.

Os Distritos de Exportação de Informática, que deram origem às ZPEs, Zonas de Processamento de Exportações, não tiveram grande desenvolvimento (SUZIGAN e VILLELA, 1997:77). Embora 14 delas tenham sido autorizadas, não houve maiores efeitos práticos, tendo havido um debate sobre a pertinência delas, vistas de uma lado como positivas para incentivar o desenvolvimento de áreas mais pobres, porém por

¹ O Panamá, embora não tenha sido aceito em 1997 foi posteriormente admitido.

outro lado, esse próprio desenvolvimento teria limitações pois as ZPEs teriam laços provavelmente com fornecedores de outros países ou no máximo de fornecedores das regiões mais desenvolvidas do País, e para que este modelo funcione o custo da mão-de-obra, principal *spillover* para a região da ZPE deveria se manter necessariamente baixo. Chama a atenção a semelhança desse debate com as considerações do modelo das “*maquiladoras*” adotadas pelo México em sua Fronteira com os Estados Unidos.

A legislação de informática inicialmente buscava um modelo autônomo de desenvolvimento com a reserva de mercado, procurando inclusive relegar a um segundo plano e mesmo à ilegalidade as relações internacionais, como a transferência de tecnologia. Por vezes era necessário “reinventar a roda” ou recorrer a alianças informais para se transferir tecnologia em informática para o Brasil durante a reserva de mercado. (TIGRE, 1993).

Esse modelo, apesar dos seus defeitos, levou efetivamente a construção de algumas capacitações tecnológicas brasileiras, chegando o país a desenvolver impressoras, e mesmo a fazer projetos de CIs, na empresa Vértice. Todas essas capacitações, porém eram voltadas apenas para o mercado interno, carecendo de competitividade externa. Uma vez aberto o mercado, a consequência desta falta de competitividade foi a desindustrialização do setor de informática e eletrônica, que ao mesmo tempo, devido as mudanças estruturais na economia brasileira e mundial, com a universalização dos sistemas de informações e posteriormente a Internet e sistemas móveis, registrou forte crescimento, demandando crescentes importações.

4.3.3.2. Resultados das Leis de Informática

A partir da Lei 8248/91, regulamentada em 1993, uma vez instalada a abertura comercial procurou-se dois efeitos na política de informática:

- Estimular a fabricação local, por empresas brasileiras ou de outras nacionalidades, independentemente da origem da tecnologia.

- Fomentar a pesquisa nacional, seja em empresas, universidades e institutos conveniados ou programas considerados prioritários pelo ministério

Para atender simultaneamente a estes dois objetivos, as Leis de Informática, primeiramente a 8248 / 91 e posteriormente a 10176/01, a Nova Lei de Informática, estabeleciam a isenção de IPI com a contrapartida do investimento em P&D de 5% do faturamento (isenção e investimentos são decrescentes na Nova Lei), conforme mostrado anteriormente.

De acordo com o MCT, um volume expressivo de recursos foi canalizado para pesquisa e desenvolvimento no âmbito da Lei de Informática. O gráfico abaixo mostra os investimentos realizados:

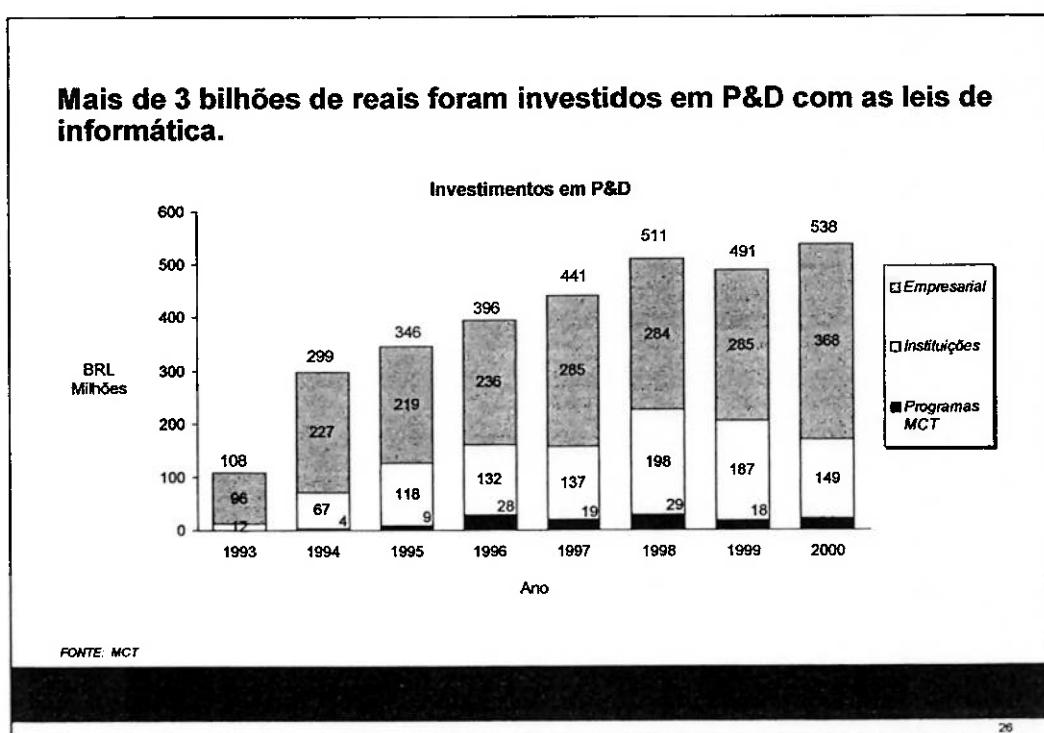


Gráfico 22 - Investimentos em P&D através das Leis de informática

Alguns dos mais importantes resultados destes investimentos apareceram com a menor parcela dos recursos, aqueles dedicados aos programas do MCT, RNP – Rede Nacional de Pesquisa, ProTeMCC - Programa Temático Multiinstitucional em Ciência da Computação e SOFTEX – Sociedade para Promoção da Excelência do

Software Brasileiro. Destes em especial se destaca a RNP e a implantação dos backbones iniciais da Internet no Brasil. ARNP e a sua infra – estrutura de Internet foi um dos fatores – chave para o Brasil chegar a figurar entre os 10 maiores países em número de usuários de Internet no Mundo (MCT, 1998) e recentemente ter figurado em 15º colocado (uma das melhores posições para países em desenvolvimento) em relatório do fórum econômico mundial sobre governo eletrônico. (WEF, 2001).

A maior parcela dos investimentos, contudo, foi direcionada para as próprias empresas. De acordo com os números do MCT, menos de 1/3 dos investimentos em P&D das empresas estavam amparados pela lei. Porém, existem questionamentos sobre a realização e natureza dos investimentos, como o enquadramento de diferentes atividades pelas empresas. (GARCIA e ROSELINO, 2002) Alguns programas bastante interessantes aconteceram no âmbito da Lei, como por exemplo o PCT – Programa de Capacitação tecnológica da Motorola, que visava complementar a formação de engenheiros ministrando um programa específico de telecomunicações, em convênio com Universidades como a UFRGS e a USP através do Instituto Eldorado, e o próprio BSTC, centro de *design* instalado pela Motorola em Jaguariúna. Iniciativas mais recentes, ligadas a inclusão de celulares e monitores de vídeo como bens de informática, foram a criação dos Instituto Genius de Tecnologia, ligado à Gradiente Eletrônica e em 2002 a criação de um Instituto por parte da Nokia Telecomunicações.

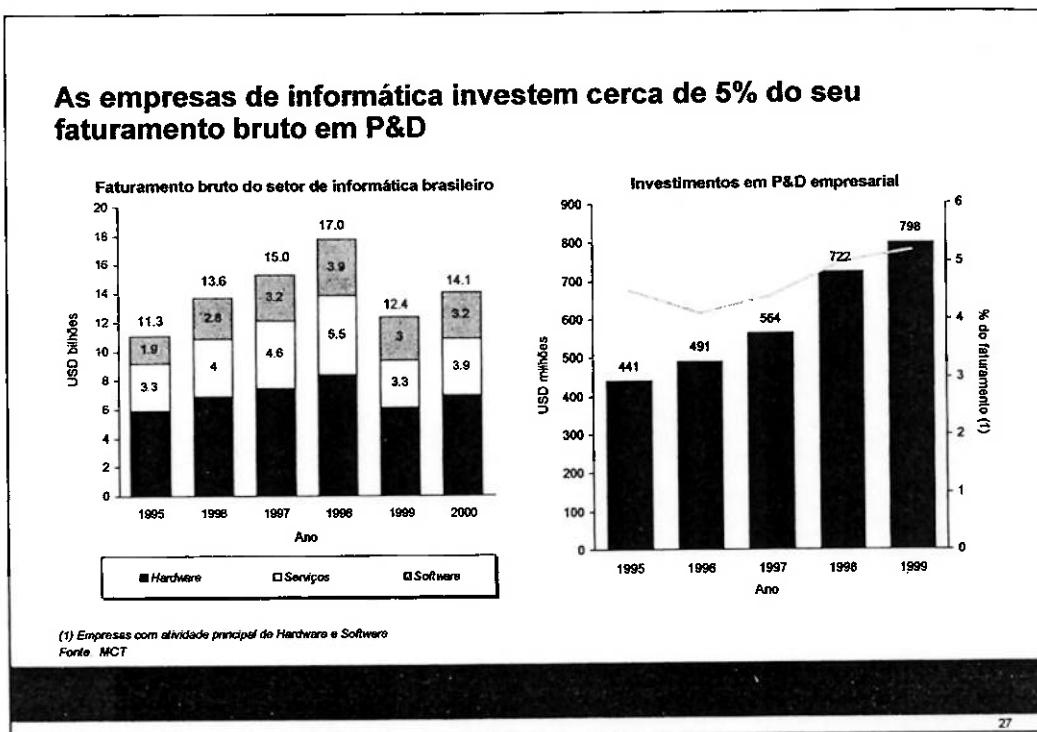


Gráfico 23 - Investimentos em P&D do setor de informática

4.3.3.3. Questões relativas a estrutura produtiva e os PPBs

As principais questões colocadas na implantação das políticas de informática são a falta de densidade na cadeia de valor. Se as empresas estabeleceram atividades significativas de montagem, como ilustra bem o caso de sucesso dos telefones celulares, com exportações previstas de mais de USD 1 bilhão em 2002, por outro lado praticamente todos os componentes são importados. Além disso, os investimentos em P&D não necessariamente se traduzem em projetos nacionais de produtos por parte de subsidiárias, um dos principais fatores que levam ao desenvolvimento local de fornecedores (SALERNO et al., 2002).

Para usufruir dos benefícios das leis de informática, as empresas devem atender aos PPB – Processo Produtivo Básico, que constitui a seqüência de operações básicas a serem realizadas para o produto ser considerado de valor agregado nacional, sendo definido pelo GTIA – Grupo Técnico Interministerial de Análise, envolvendo o MDIC e o MCT. Inicialmente, após a regulamentação do PPB pelo decreto 792/93, as primeiras portarias eram bastante genéricas, descrevendo bens de informática

como um todo, por exemplo na portaria 101/93. Posteriormente as portarias foram se tornando específicas para produtos e subconjuntos.

De acordo com o MDIC, foram apresentadas desde Novembro de 1999¹ 397 propostas de PPB, das quais 229 foram aprovadas, 101 retiradas de pauta (rejeitadas ou modificadas sendo substituídas por outras) e 67 estão atualmente (Nov. / 2002) em análise no GTIA. O processo para aprovação de um PPB envolve as seguintes etapas:

1. Análise no GTIA para consulta pública
2. Publicação para consulta pública
3. Encaminhamento aos ministros

Caso haja necessidade, existem duas etapas entre 2 e 3: a análise nos departamentos jurídicos do MCT e MDIC e a Análise na secretaria executiva do MDIC em caso de dissenso.

Um dos problemas apontados pela indústria é a demora na aprovação de PPBs. Por exemplo, dos 38 processos em consulta pública em Nov. / 2002, 17 tiveram sua discussão iniciada há mais de 120 dias.

O ponto mais importante nos PPBs é a falha deles em desenvolver o projeto e a fabricação local de componentes além das operações de montagem. A maioria das etapas estabelecidas nos PPBs é de operações de montagem e conexão, e além disso muitas vezes são estabelecidos períodos de exceções para a montagem mais básica de placas e componentes. Por exemplo, no Anexo 2 temos o PPB para dispositivos de cristal líquido para celulares (*displays*). O PPB inclui desde o processo litográfico nas placas até a montagem final. Contudo, de acordo com o texto, a etapa de fabricação semicondutora do *display* pode ser adiada por até 03 anos (Mar. / 2005), a montagem do semicondutor no vidro, por 02 anos e a colocação dos polarizadores por um ano, sendo que apenas as outras etapas, de montagem seriam imediatamente

¹ Data da definição, com a portaria 542, da extensão dos benefícios da Lei 8248/91, que expiravam naquele ano

executadas. Dadas as possibilidades de *lobbies* e a adiamentos e modificações possíveis, como as previstas no próprio artigo 4º do PPB referido (este artigo é “padrão” nas portarias de PPBs), pode – se ver que o PPB não necessariamente implica na fabricação nacional de produtos.

Para componentes semicondutores, o PPB é dado pela portaria MIR/MCT/MICT 66, alterada pela portaria MCT/MICT 14, constantes no anexo 3 deste trabalho. As portarias prevêem apenas o encapsulamento e teste no país, exceto em dois casos:

- circuitos com resolução de processo maior que 5µm e diodos de potência deveriam ser difundidos no país
- circuitos projetados no país podem ser trazidos já encapsulados

A resolução de processo de 5µm se baseava na *fab* da Vértice, que parou de opera em 1995, porém de qualquer maneira, os CIs atuais são praticamente em sua totalidade fabricados com resolução de processo menor que 1µm.

A principal aplicação desta portaria são as memórias RAM, encapsuladas no Brasil pela Itaucom. É com lembrar que microprocessadores gozam de alíquotas de importação bastante baixa, porém dado o PPB para componentes aqui descrito, pagam alíquota de IPI por não serem encapsulados aqui (a alíquota para processadores, contudo, é de apenas 2%). Os PCs montados a partir deles, no entanto, tem a isenção deste imposto (atualmente parcial, no âmbito da 10176/01). Como o IPI é um imposto indireto (VASCONCELLOS, 2001), ou seja, pago no agente final e recolhido ao longo da cadeia, o IPI pago nos componentes importados é um crédito para a parcela devida do IPI no produto final (2,3% para Sul e Sudeste, de acordo com a Nova Lei de Informática), montado de acordo com o PPB.

4.4. O Programa Nacional de Microeletrônica e ações do governo

Em virtude da ausência da indústria de circuitos integrados no Brasil, o MCT lançou o Programa Nacional de Microeletrônica – o PNM. As principais linhas do PNM são a formação de recursos humanos capacitados, a atração de empresas de CIs

internacionais, em especial na área de *design* e garantir acesso aos mercado internacionais para essas empresas, através das redes de comercialização de IP.

O programa vai se basear nos estados – âncoras de São Paulo e do Rio Grande do Sul, sendo que neste último a secretaria de ciência e tecnologia constituiu o CEITEC – Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada, que recebeu a doação de equipamentos industriais de fabricação de CIs com resolução de processo de 800nm da Motorola, que os desativou de uma de suas fábricas. Pela concepção do projeto, a partir de 2004 o CEITEC vai atuar como uma *foundry* nível 1, isto é, de prototipagem de CIs para universidades e empresas, alavancando as capacitações do país na área.

Para a disseminação das iniciativas de *design*, será utilizada uma rede de alta velocidade, baseada na RNP, para conectar os centros de formação (universidades e institutos como o CenPRA), empresas de *design* de CIs

4.4.1. Formação de pessoal especializado no Brasil

Estima –se que a formação de pessoal em microeletrônica no Brasil alcance cerca de 140 pessoas por ano, sendo:

- 20 Doutores
- 40 Mestres
- 60 Engenheiros
- 25 Tecnólogos

O estoque atual de profissionais na área é estimado por Swart (2002) em menos de 400 pessoas, dos quais cerca de 200 são doutores. Dos mestres e doutores que são formados anualmente, 75% se concentram em 3 universidades: USP (Escola Politécnica), Unicamp e UFRGS.

Para efeitos de comparação, em Singapura foram formados nos últimos 5 anos 1200 profissionais na área, em um país com 3,2 milhões de pessoas, contra 175 milhões do Brasil. Ocorre uma espécie de “dilema da galinha”: para que mais profissionais se interessem pela área, precisamos de uma indústria que ofereça a estes

oportunidades, e para que esta indústria possa se desenvolver são necessários profissionais qualificados.

Um grande impulso para a quebra deste ciclo foi dado com o BSTC da Motorola, que se utiliza dos incentivos das leis de informática. Além do centro, a Motorola apóia ainda a formação de profissionais, através do Instituto Eldorado, em Campinas, SP. O Instituto ministra um curso de formação de profissionais em *design* de microeletrônica, voltado para físicos e engenheiros elétricos, contando com três módulos: nivelamento (120h), abordando tópicos básicos de microeletrônica, aprofundamento (240h), com disciplinas teóricas e práticas específicas de microeletrônica e finalmente um projeto prático de CIs (180hs) simulando as operações de uma *Design House*. Atualmente o instituto forma 20 alunos por ano, e a intenção do PNM é que mais dois institutos / universidades, cada um com mais 20 alunos / ano elevem a capacidade para 60 alunos / ano em 3 anos.

4.4.2. Atração de empresas de fabricação

Além do PNM, que está centrado no *design*, etapa que oferece as maiores possibilidades de inserção (AMATO NETO et al., 2002), o governo pretende, através do BNDES, promover a atração de empresas de fabricação para o país. As principais alternativas seriam empresas de encapsulamento e teste, uma *fab* de nível 2 (*trailing edge*, ou tecnologia já consolidada, 1 ou 2 gerações anteriores às atuais de ponta) e finalmente uma *fab* de nível 3 (tecnologia de ponta).

A atração de uma empresa de âmbito global que atue nas etapas de fabricação ou encapsulamento é uma empreitada bastante difícil, que demanda um pacote de incentivos sob medida para sua realização, em especial tributários, financeiros (divisão do risco, por exemplo através do BNDES) e ainda logísticos.

4.4.3. Matriz de instrumento de políticas para o setor de microeletrônica

Amaral et al. (2002) apresentam uma matriz de políticas para o setor que consolidada todos os instrumentos que podem ser empregados para as etapas da cadeia de produção de microeletrônica:

Instrumento / Setor	Design	Fabricação	Encapsulamento e Teste
Processo Produtivo Básico (PPB)	n/a	PPB atendido automaticamente	PPB específico para encapsulamento e teste. PPB deve evoluir para estimular uso de componentes difundidos e / ou montados no país
Diferimento / Isenção de IPI	Isenção na importação de workstations e licenças de EDA	Nova Lei de Informática; Isenção de IPI nos insumos importados (gases, wafers, etc.)	Nova Lei de Informática. Diferimento / Isenção de IPI s/ wafers importados difundidos, condicionado a valor agregado local
Isenção / Redução / Diferimento de imposto de importação	Idem na importação de workstations e licenças de EDA	Isenção para bens de capital e insumos diretos do processo	Regime de drawback e regras de diferimento
Isenção / Redução /Diferimento de ICMS e ISS	Negociar incentivos municipais (ISS)	Incentivos estaduais a negociar (ICMS) possivelmente até a isenção	Incentivos estaduais a negociar, tendendo a isenção. Atualmente há redução para 7% (estados produtores)
Isenção / Redução de Imposto de Renda	Programa de desenvolvimento da Tecnologia da Informação / Lei 8661	Depreciação acelerada (2 anos) dos bens de capital do processo de fabricação. Regras para remessa de lucros	Depreciação acelerada (2 anos) dos bens de capital do processo de encapsulamento e teste
Regras de Exportação e Importação	Garantia de privacidade nas conexões Internet	Regime alfandegário simplificado	Regime alfandegário simplificado (Linha azul, Recof, EADI)
Logística de serviços públicos	Infra - estrutura de telecomunicações	Energia, água, aeroporto	Energia, aeroporto
Regras de proteção à propriedade intelectual	Lei do copyright (PL 1787/96); privacidade na Internet	Segredo Industrial (processo de fabricação)	n/a
Fundos setoriais	FUNTTEL; Fundo de Informática; Fundo Verde - Amarelo; Fundo de Infra - Estrutura	FUNTTEL; Fundo de Informática; Fundo Verde - Amarelo; Fundo de Infra - Estrutura	Fundo de Informática; Fundo verde - amarelo
FINEP	Finep Tecnologia; Programa Inovar; Apoio a incubadoras	FNDCT	FNDCT
BNDES	Pro - Soft	Financiamento a implantação; participação acionária BNDESPAR até 20% do capital; Financiamento	FINAME componentes (financiamento a comercialização); Financiamento à Expansão; Financiamento a

		às exportações	implantação financiamento as exportações
Compras governamentais e encomendas tecnológicas	Encomendas de projetos inovadores de interesse público	Encomendas de novos processos e <i>chips</i>	n/a
Fundações estaduais (Fapesp, etc.)	Bolsas de apoio institucional; incubadoras	Bolsas de apoio institucional, financiamento a P&D	n/a
CNPq / Capes	Bolsas RHAE; mestrado, doutorado; produtividade em pesquisa; recém doutor, formação de especialistas	Bolsas RHAE; mestrado, doutorado; produtividade em pesquisa; recém doutor.	n/a

Tabela 10 - Matriz de políticas para microeletrônica (adaptado de AMARAL et al., 2002)

Vamos abordar brevemente alguns aspectos chave de políticas aqui apresentadas e ainda não discutidos neste trabalho.

Um ponto importante é a Lei do *Copyright* de topografias de CIs. Amaral et al. (2002) apresentam a lei como existente. Contudo, de acordo com a Presidência da República, se trata de um projeto de Lei. Em Dec. de 2001 esse projeto se encontrava na Comissão de Educação, Cultura e Desporto da Câmara dos Deputados, tendo sido aprovado por unanimidade na Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática. Sua aprovação é chave para os acordos de proteção de propriedade intelectual no âmbito da OMC.

Outro ponto a ser destacado é a infra – estrutura de logística pública, em especial alfandegária. Este ponto, durante as pesquisas de campo realizadas no Estudo POLI – Booz Allen foi um dos mais mencionados como entrave, em especial devido a greves e demora no desembarque de mercadorias. Iniciativas como a Linha Azul, que por exemplo permite a empresas internar mercadorias em 6 horas, e pagar os impostos devidos à medida que são utilizados os insumos, não estocando impostos são altamente positivas para o setor. Outras podem ser citadas, como o RECOF, que operacionaliza o *drawback*, ao informatizar as isenções de produtos destinado a exportação e as EADIs, estações aduaneiras interiores operadas pela iniciativa privada.

5. COMPETITIVIDADE E ATRAÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

5.1. Razões para o desenvolvimento de capacitações em CIs

Dado o quadro do setor eletrônico brasileiro descrito aqui, é importante analisar as principais razões que motivem o esforço para atração de uma indústria de CIs. Os dois principais motivos são:

- Saldo negativo da balança comercial, chegando a estimados mais de USD 4 bilhões em 2000. Embora o mercado atualmente passou por uma retração, sua tendência de longo prazo é claramente crescente.
- Crescente presença dos dispositivos microeletrônicos em produtos de outros setores. Neste caso, destacam-se os automóveis e mesmo os produtos de eletrônica de consumo, onde os componentes semicondutores já há muito estavam presentes. A tendência ao SoC integra cada vez mais componentes em CIs, que passam a desempenhar as funções do aparelho.

Dado que as condições de competitividade para uma operação de manufatura (*fab*) e mesmo de *design* não são favoráveis, uma consideração seria se concentrar nas áreas onde o País seria mais competitivo, e abandonar esforços na área de semicondutores, de acordo com um modelo liberal. A estrutura do comércio mundial mostra que este caminho é arriscado. Tradicionalmente, as áreas onde o Brasil é considerado competitivo apresentam termos de troca bastantes desfavoráveis, com preços estagnadas ou decrescentes e mercados maduros, além de grande concorrência de outros países, sendo geralmente produtos *commodities* como laranja, soja, café ou açúcar. Um contraponto seria o argumento que o custo por função de CIs é decrescente, com a Lei de Moore, o que então poderia nos levar a pensar que não haveria problemas em trocar soja por CIs.

Entretanto, ao passo que o custo por função efetivamente decaiu, o número de funções necessária para desenvolver as aplicações finais aumentou tremendamente. Esta é uma característica das novas tecnologias, que ainda estão muito longe de suprir a demanda dos usuários. Essa tendência de aumento, aliada ao próprio

aumento pelos bens finais (os CIs), evidenciada pelo grande crescimento da indústria, tanto em termos mundiais como em importações pelo Brasil.

Mesmo se seguirmos uma abordagem estritamente de vantagens competitivas, de acordo com Porter (1990, 1993), existem razões importantes para que pelo menos certas atividades e capacitações como por exemplo o *design* tenham sua instalação incentivada no Brasil: independentemente da sua competitividade, as atividades de *design* em microeletrônica são um dos setores correlatos e de apoio críticos para uma ampla gama de setores industriais, graças a crescente pervasividade do CIs para diferentes indústrias além das tradicionais (eletrônicas), por exemplo nos projetos de identificação de animais de corte com *chips* para rastreabilidade, e na eletrônica embarcada em carros e geladeiras. As principais inovações nestes produtos terão sua origem na microeletrônica ou pelo menos envolverão seu uso. A Motorola¹ estima que uma pessoa comum (em países desenvolvidos) encontrará 351 microcontroladores por dia em 2010, evidenciando a pervasividade.

Em suma, mesmo que o Brasil não possa ser competitivo em microeletrônica e CIs, o domínio de certas tecnologias é fator – chave para a competitividade de outros setores, onde o país é competitivo para a geração de riqueza e exportações, como automotivo, aeronáutico e máquinas (motores, compressores).

5.2. Fatores de localização industrial de semicondutores

5.2.1. Principais critérios de atração de *fabs*

A localização de uma instalação industrial que empreenda as etapas de fabricação de CIs é ativamente disputada pelas diferentes esferas de governo de muitos países pelo globo, dado a magnitude dos investimentos e das receitas geradas.

Na ótica dos administradores das companhias, a decisão de localização também é crítica para o sucesso dos negócios, pois investimentos da ordem de bilhões de dólares podem ser perdidos caso a localidade onde se instalou a fábrica passe por problemas sérios.

¹ Krüger, 2002b

Na tabela abaixo está o resultado de uma pesquisa com dirigentes de companhias de produção de CIs (*foundries e IDMs*) sobre quais seriam os fatores mais importantes na localização de fábricas, sendo 3 = alta importância, 2 = média importância e 1 = baixa importância.

Vantagem	Resultado
Incentivos Fiscais	2.8
Disponibilidade de talentos técnicos e de engenharia	2.6
Qualidade do suprimento de água e confiabilidade dos serviços públicos	2.6
Proximidade a instalações já existentes	2.6
Processo de licenças ambientais e outras regulamentações	2.5
Oportunidade de formar alianças para dividir a despesa de capital	2.4
Custo de vida para os empregados	2.4
Proteção legal de propriedade intelectual	2.2
Infra - estrutura local de transportes	2.2
Programas locais de Universidades	1.8
Presença de manufatura em grandes mercados estrangeiros	1.6

Tabela 11 - Principais fatores para se considerar a localização de fábricas de semicondutores (LEACHMAN e LEACHMAN, 2002)

As implicações para o esforço brasileiro de atração de fábricas são claras: o esforço deverá ser baseado em pesados incentivos fiscais, gerando um situação análoga a da ZFM; precisamos ter uma força de trabalho treinada em processos de fabricação de CIs – neste fator, uma grande impulso virá do CEITEC, uma vez que a fábrica, mesmo de tecnologia anterior, era uma instalação de produção da Motorola. Contudo, dada a previsão de início das operações do CEITEC para 2004, uma janela de tempo significativa de 2 a 4 anos existirá até que tenhamos uma força de trabalho local habilitada na prática com a fabricação de CIs (além da já existente nos laboratórios das universidades). É necessário prover um suprimento abundante de água e energia; esta questão, por exemplo, é explorada pela Coréia com relação a Taiwan, dependente de um número de reatores nucleares. Desnecessário dizer o enfraquecimento nos fatores representado pela possibilidade de um “apagão” no sistema elétrico brasileiro.

Deve – se notar ainda a importância do fator de localização existente. Isso implica que a maioria das novas *fabs* a serem construídas seriam adjacentes às

instalações atuais. De fato, as *fabs* em Taiwan e na Coréia são construídas em terrenos que são verdadeiros projetos de parques industriais, com as instalações de apoio da primeira fábrica servindo as demais. Um exemplo é parque industrial da Dong Bu, na Coréia. Isso coloca dificuldades ainda maiores para a atração de um destes empreendimentos para o Brasil, dadas as sinergias das localidades atuais.

5.2.2. Modelos de negócio que poderiam ser atraídos para o Brasil e seus impactos

5.2.2.1. Em *design*

A atração de operações de *design* é considerada a mais viável para o país em virtude dos investimentos serem mais baixos neste segmento da cadeia. Dois modelos diferentes podem ser imaginados para as companhias de *design* que viessem a se instalar e se formar no Brasil.

O primeiro seria um companhia voltada a participar no desenvolvimento global de propriedade intelectual (IP). Tal empresa, provavelmente seria uma filial ou subcontratada de uma empresa estrangeira de semicondutores, podendo mesmo ser um IDM. Neste modelo, a empresa teria como vantagem o custo mais baixo da mão de obra: estimativas em Amaral et al. (2002) colocam o custo de se manter um projetista no Brasil em USD 95.600 / ano, incluindo as despesa fixas como licenças de software e ainda os encargos sociais. Este valor é estimado nos Estados Unidos por Levin e Ludwig (2002) como sendo de USD 225.000 / ano.

Os benefícios seriam as receitas de prestação de serviço dos contratos e ainda os extravasamentos tecnológicos de se ter profissionais envolvidos com o *design* em microeletrônica.

Outro modelo, não excludente ao primeiro, seria uma companhia especializada em prestar serviços de projetos de soluções em microeletrônicas para produtos brasileiros. Por exemplo, projetando um ASIC para um empresa eletrônica ou um controlador para uma empresa de eletrodomésticos. Esta empresa estaria mais voltada para a parte final da cadeia, e importaria (licenciaria) IPs desenvolvidos externamente, realizando o *design* dos processadores finais.

Os benefícios deste tipo de empresa seriam totalmente na forma de extravasamentos, uma vez que ela não geraria receitas externas e possivelmente licenciaria IPs desenvolvidos fora do país, porém a grande vantagem seria a integração do esforço do desenvolvimento da microeletrônica com outras cadeias. Interessante seria estabelecer, futuramente, os elos da cadeia do *design*: as empresas produtoras de IPs, do primeiro tipo, e as integradoras, do segundo.

5.2.2.2. Na fabricação e em encapsulamento e testes

Ao contrário do *design*, onde as empresas seriam prestadoras de serviço de pequeno porte, nas etapas de fabricação e mesmo de encapsulamento e testes os empreendimentos seriam industriais e de grande porte. Nestas etapas, as empresas seriam investidores externos, que aportariam a tecnologia e o capital. Possivelmente teríamos o BNDES como sócio¹, para diluir os riscos, sendo uma política de atração de investimento.

Na fabricação, seja uma *fab* nível 2 (*trailing edge*) ou 3 (tecnologia de ponta), a instalação de uma *foundry* geraria extravasamentos mais interessantes do que uma IDM. Isso porque uma unidade de IDM tenderia a ser, de acordo com a tipologia de Fleury e Fleury (2001) uma subsidiária “Tipo I”, isto é, apenas um braço operacional. Os extravasamentos estariam limitados ao emprego e pagamento de salários locais, uma vez que a quase totalidade das matérias primas seria importada. O impacto na balança comercial seria significativo, dadas as características globais deste tipo de estabelecimento.

Uma *foundry*, por outro lado, tem uma necessidade de desenvolver uma ampla gama de relações com diferentes clientes. Mesmo subordinada a uma matriz externa, uma *foundry* tenderia mais a ser uma subsidiária “Tipo II” (FLEURY e FLEURY, 2001), tendo maior autonomia. A *foundry*, poderia ser ainda um fator que estimularia a formação de DHs que gerariam demanda, ainda que pequena, para seus

¹ Através da BNDESPAR – BNDES participações.

serviços, sendo este um extravasamento muito importante. De qualquer modo, também na *foundry* o principal ganho estaria na balança comercial

Uma empresa de encapsulamento e testes teria interesse principalmente nos menores custos de mão – de – obra. Assim como no caso de uma *fab*, a balança comercial seria a principal beneficiada. Este fator já ocorre hoje com a operação de E&T de DRAMs da Itaucom, que mesmo importando os CIs, gera indiretamente divisas ao evitar a importação de módulos completos.

5.3. Condições de competitividade das diferentes possibilidades de inserção e necessidades de desenvolvimento

5.3.1. Em design

Analizando de acordo com os determinantes de competitividade de Porter (1993) uma operação de *design* e venda de IPs, temos nos fatores o principal ponto de atração: os incentivos fiscais e o baixo custo da mão de obra. Contudo, um ponto negativo é a inexperiência dos recursos humanos dada a pequena presença de operações de *design* no país, o que reforça a importância de iniciativas como o BSTC. Os outros determinantes, contudo, são bastante fracos, pois a indústria seria nascente no país, não haveria internamente a demanda para os IPs e não existem as indústrias correlatas.

As ações do governo para incrementar esta situação seriam as de estabelecer várias iniciativas de DHs, criando uma certa competição, se não direta, mas pelo sucesso e pelos fatores como mão de obra e os próprios incentivos. O incentivo da demanda poderia ser feito em uma segunda fase, com a criação das empresas de design que integrariam estes IPs. As indústrias correlatas seriam o principal ponto onde não existem grandes ações a serem tomadas pelo lado dos fornecedores (*workstations* e programas de EDA), porém outros softwares associados ao projeto, poderiam ser desenvolvidos.

Para as empresas de *design* que integrariam IPs, o quadro é relativamente parecido, com os fatores de incentivos fiscais e custos da mão de obra funcionando como atrativos. Sendo este tipo de iniciativa fomentado após já se ter uma estrutura

de DHs produtoras de IPs, também o determinante de setores correlatos e de apoio teria uma força relativa. Quanto as ações governamentais, o estímulo da demanda seria crucial, através de incentivos como a estrutura dos PPBs favorecendo o *design* nacional (como o PPB atual de CIs). A ação mais importante seria estimular a projetos que demandassem os CIs aqui projetados, isto é, adensar a cadeia, fazendo com que mais atividades de projeto de produto aconteçam no país, em especial no complexo eletrônico. Além do estímulo à demanda, é importante que haja a competição interna, através do fomento de vários projetos, e as empresas de IPs citadas anteriormente seriam o principal setor correlato local.

Existe uma questão muito importante com relação às empresas de *design* que descende diretamente da Teoria dos Aglomerados de Porter (1999): mesmo teoricamente sendo possível, através de investimentos relativamente modestos e da qualificação de pessoal, estabelecer operações independentes de *design*, verifica-se uma grande concentração destas empresas nos EUA, em especial no Vale do Silício. Leachman e Leachman (2002) citam que “as firmas de Taiwan acabaram descobrindo que o sucesso no *design* e marketing de produtos era muito mais difícil de desenvolver que a habilidade na manufatura”. Mesmo com as ligações de telecomunicações e incentivos, talvez seja necessário haver outros vínculos, como pessoais (grupos de trabalho ou pessoas que cursaram sua pós graduação em universidades no exterior, por exemplo), para que se estabeleçam DHs locais que consigam se inserir no mercado global. Outro ponto seria a integração com o possível aglomerado de Tecnologia da Região de Campinas (GARCIA e ROSELINO, 2002), uma vez que institutos como o CenPRA e Eldorado já estão instalados na região, que conta também com o BSTC em Jaguariúna e a Unicamp. O sucesso de uma DH na região viria a reforçar essa “teia” tecnológica.

5.3.2. Em fabricação e encapsulamento e teste

Para empreendimentos de fabricação, a competição fica isolada nos fatores. O governo direcionaria suas ações, em especial incentivos fiscais, para atrair um investimento externo. A mão de obra não é tão crítica em uma *fab*, pois a magnitude do investimento faz com que a eficiência e utilização seja a chave para o retorno, e

por essa ótica o mais importante é ter pessoal altamente qualificado mesmo com maiores custos de mão de obra. Como praticamente todos os insumos seriam importados, não haveria o desenvolvimento de indústrias correlatas e de apoio.

A demanda interna do país, embora um valor expressivo, é de aproximadamente 2% da indústria de semicondutores mundial, e obviamente nenhuma *fab*, mesmo uma *foundry* ultra – flexível produziria uma gama de produtos que cobrisse grande parte do mercado. Por exemplo, não sendo a *fab* da Intel ou AMD, os processadores de computador continuariam a ser importados.

Finalmente, quanto a rivalidade e estrutura, face a escala dos investimentos, seria difícil imaginar a atração de mais de um empreendimento, e este teria grande poder de pressão para assegurar condições monopolísticas.

Para a operação de encapsulamento e teste, além dos incentivos fiscais, os menores custos de mão de obra seriam fatores de atração, pois esta etapa da cadeia de produção demanda mais operações manuais em relação às *fabs*, porém a tendência é de automação crescente.

Salvo se a operação de encapsulamento e teste estiver integrada com uma *fab*, também não há operações correlatas e de apoio, com todos os insumos e os próprios CIs importados. A demanda seguiria as mesmas restrições das *fabs*, sendo o mercado externo o direcionador, exceto talvez em algum segmento particular como *chips* de identificação ou uma operação de pequena escala para DRAM, como é hoje a Itaucom. A presença desta poderia garantir uma rivalidade no mercado, assim como a atração de mais de um investimento, em função da menor exigência de capital investido. Essa competição seria indireta, pois é pouco provável que houvesse uma superposição de segmentos (uma outra empresa de DRAMs, por exemplo).

6. CONCLUSÃO

A indústria de CIs passa por grandes transformações, em especial a sua desverticalização, que além do estabelecimento de operações independentes de manufatura, as *foundries*, divide mesmo as operações de *design* através da figura dos fornecedores de IPs.

Nesta configuração, surgem oportunidades para o Brasil tentar a sua inserção nesta indústria, através dos incentivos governamentais para o desenvolvimento das condições necessárias para o seu estabelecimento. O principal objetivo é que sejam desenvolvidas as capacidades de projeto e utilização de CIs, que é um fator correlato primordial para que mantenhamos e atinjamos competitividade mundial em outras indústrias onde já possuímos uma posição mais estabelecida, mas que pode se erodir caso não consigamos avançar com uma tecnologia que penetra cada vez mais em diferentes produtos. Cada vez mais a economia é baseada no conhecimento e não em trabalho braçal e matérias – primas.

Um ponto importante com relação ao *design* de CIs é a possibilidade de, ao se desenvolver projetos que incluem SoCs, fechar uma lacuna, que seria o projeto de produto, em especial os eletrônicos. Seria o caso da entrada atrasada que acaba permitindo um estágio mais avançado, por não ter as irreversibilidades dos estágios intermediários como entrave. Com ou sem SoCs, é importante desenvolver e incentivar não só para os eletrônicos mas para todos os produtos de nossa indústria a capacidade de projetar produtos inovadores.

Como mostra o caso da Samsung (KIM, 2001), é importante ter determinação e empreender um trabalho dedicado para alcançar objetivos de desenvolvimento. O governo pode e deve desempenhar um papel muito importante, não mais como agente direto como nos modelos econômicos passados, mas como um importante incentivador através da melhoria das condições para que o esforço de desenvolvimento seja empreendido. A defesa da posição econômica e estratégica de um país é uma atribuição fundamental do governo em um cenário internacional competitivo, conforme visto no exemplo de teoria dos jogos.

ANEXO 1 – BENS DE INFORMÁTICA PARA EFEITOS DA LEI 10176/01

NCM	Produto
8409.91.40	Injeção Eletrônica
8423	Instrumentos e aparelhos de pesagem com técnica digital, com capacidade de comunicação com computadores ou outras máquinas digitais
8470.2	Máquinas de calcular programáveis pelo usuário e dotadas de aplicações especializadas
8470.50.1	Caixa registradora eletrônica
8471	Máquinas automáticas para processamento de dados e suas unidades; leitores magnéticos ou ópticos, máquinas para registrar dados em suporte sob forma codificada e máquinas para processamento desses dados, não especificados nem compreendidas em outras posições.
8472.90.10	Máquinas, equipamentos e suas unidades baseadas em técnicas digitais próprias para aplicações em automação de serviços
8472.90.2	
8472.90.5	
8473	Partes e acessórios reconhecíveis como exclusiva ou principalmente destinados a máquinas e aparelhos da subposição 8470.2, do item 8470.50.1, da posição 8471, do subitem 8472.90.10 e dos itens 8472.90.2 e 8472.90.5, desde que tais máquinas e aparelhos estejam relacionados neste Anexo.
8501.10.1	Motores de passo
8504.4	Conversores estáticos, desde que baseados em técnica digital
8507	Acumuladores elétricos próprios para máquinas e equipamentos portáteis das posições 8471, 8517 e das subposições 8525.10 e 8525.20, desde que tais máquinas e equipamentos estejam relacionados neste Anexo.
8511.80.30	Ignição Eletrônica Digital
8517	Aparelhos elétricos para telefonia ou telegrafia, por fios e os aparelhos de telecomunicação por corrente portadora ou de telecomunicação digital; exceto os aparelhos classificados na subposição 8517.11, no subitem 8517.19.10 e no item

	8517.19.9, salvo os terminais dedicados de centrais privadas de comutação
8525.1 8525.2	Aparelhos transmissores (emissores) e aparelhos transmissores (emissores) com aparelho receptor incorporado baseados em técnica digital
8526	Aparelhos baseados em técnicas digitais, exceto aparelhos de controle remoto para recreação e receptores de televisão
8527.90.1	Receptores pessoais de radiomensagens (Pager)
8529	Partes reconhecíveis como exclusiva ou principalmente destinadas aos bens das subposições 8525.10 e 8525.20
8530	Aparelhos de sinalização, de segurança, de controle e de comando, baseados em técnicas digitais
8531	Aparelhos digitais de sinalização acústica ou visual, exceto os aparelhos residenciais
8532.21.10 23.1 24.1 25.1 29.1 30.1	Condensadores elétricos próprios para montagem em superfície (SMD)
8533	Resistências elétricas próprias para montagem em superfície (SMD)
8534.00.00	Circuito impressos multicamadas e circuitos impressos flexíveis multicamadas, próprios para as máquinas, aparelhos, equipamentos e dispositivos constantes neste Anexo.
8536.5	Interruptor, seccionador, comutador e codificador digitais
8536.90.30	Soquetes para microestruturas eletrônicas
8536.90.40	Conectores para circuito impresso
8537.10.1	Comando numérico computadorizado
8537.10.2	Controlador programável
8537.10.30	Controlador de demanda de energia elétrica
8538.90.10	Circuitos impressos com componentes elétricos ou eletrônicos,

	montados, partes da subposição 8536.50, dos itens 8537.10.1 e 8537.10.2 e do subitem 8537.10.30
8541	Diodos, transistores e dispositivos semelhantes semicondutores; dispositivos fotossensíveis semicondutores, incluídas as células fotovoltaicas, mesmo montadas em módulos ou painéis; diodos emissores de luz; cristais piezoelétricos montados
8542	Circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos
8543.81.00	Cartões e etiquetas de acionamento por aproximação
8544.70.10	Cabos de fibras óticas com revestimento externo de material dielétrico
8544.70.20	Cabos de fibras óticas com revestimento externo de aço, próprios para instalação submarina
8544.70.30	Cabos de fibras óticas com revestimento externo de alumínio
8544.70.90	Outros cabos de fibras óticas, exceto os munidos de peças de conexão
9001.10.1	Fibras óticas
9001.10.20	Feixes de fibras óticas
9013.80.10	Dispositivos de cristais líquidos (LCD)
9018	Instrumentos e aparelhos digitais para uso médico hospitalar
9019	Aparelhos respiratórios digitais de reanimação
9025.19.90	Termômetro industrial microprocessado do subitem 9025.19.90
9026	Instrumento e aparelhos digitais para medida ou controle da vazão do nível da pressão ou de outras características variáveis dos líquidos ou gases
9027	Instrumentos e aparelhos digitais para análise física ou química
9028	Contadores digitais de gases, líquidos ou de eletricidade incluídos os aparelhos para sua aferição
9029	Outros contadores digitais
9030	Osciloscópios, analisadores de espectro e outros instrumentos e aparelhos para medida ou controle de grandezas elétricas baseados em técnicas digitais
9031.80.40	Computador de bordo para veículos automotores

9032.89	Instrumentos e aparelhos digitais para regulação ou controle automáticos
9032.9	Partes e peças para os produtos da posição 9032.89

**ANEXO 2 - PORTARIA INTERMINISTERIAL MDIC/MCT N.º 38, DE
12.03.2002**

OS MINISTROS DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - INTERINO e DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, no uso das atribuições que lhes confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição Federal, e tendo em vista o disposto no § 2º do art. 4º da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, bem como os artigos 3º e 4º do Decreto nº 3.800, de 20 de abril de 2001 e no Decreto nº 3.801, de 20 de abril de 2001, resolvem:

Art. 1º Fica estabelecido para DISPOSITIVOS DE CRISTAL LÍQUIDO PARA TELEFONE CELULAR o seguinte Processo Produtivo Básico:

I - processamento físico-químico, abrangendo pelo menos as seguintes etapas:

- a) inspeção e limpeza das placas de vidro;
- b) aplicação de material foto-resistivo;
- c) fotolitografia;
- d) banho químico;
- e) aplicação de material anti-reflexivo, espaçadores e impressão da camada de orientação;
- f) geração das camadas de alinhamento (*rubbing*);
- g) junção e selagem das placas;
- h) separação e corte;
- i) preenchimento das células com cristal líquido;
- j) fechamento; e
- l) inspeção e testes elétricos e ópticos.

II - montagem da pastilha semicondutora em lâmina de vidro ou em filme flexível;

III - colagem ou deposição dos polarizadores na lâmina de vidro;

IV - colocação de conectores;

V - montagem do dispositivo;

VI - montagem da placa de circuito impresso, quando aplicável; e

VII - montagem final do conjunto dispositivo, compreendendo a integração de todas as demais peças que o compõem, e placa, quando aplicável.

*§ 1º As atividades ou operações inerentes às etapas de produção estabelecidas neste artigo poderão ser realizadas por terceiros, desde que obedecido o Processo Produtivo Básico.

*§ 2º O cumprimento da etapa IV deste artigo poderá ser realizado em conjunto com a etapa I, quando não se utilizar interconexão por elastômero.

(*) §§ 1º e 2º acrescidos pela Portaria Interministerial MDIC/MCT nº 85, de 14.05.2002 - DOU de 15.05.2002.

Art. 2º Fica dispensado o cumprimento das etapas estabelecidas nos incisos I, II e III do artigo anterior pelo prazo de 12 meses, contados a partir da data de publicação desta Portaria.

§ 1º Até quatro meses antes do término do prazo previsto no *caput*, as empresas fabricantes deverão submeter à Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia relatório demonstrando progresso em relação ao atendimento das etapas mencionadas no prazo estabelecido.

§ 2º O relatório a que se refere o parágrafo anterior deverá contemplar, no mínimo, cronograma físico-financeiro, identificação de equipamentos/máquinas a serem adquiridos, obras civis a serem realizadas e capacitação técnica atingida.

Art. 3º O prazo estabelecido no *caput* do artigo anterior poderá ser prorrogado por até 24 meses para a etapa I e por até doze meses para a etapa II, considerados o conteúdo do relatório de que trata o § 1º do artigo anterior e a compatibilidade do Processo Produtivo Básico (PPB) com a política governamental específica de apoio e atração de indústrias de componentes semicondutores e optoeletrônicos no País.

Art. 4º Sempre que fatores técnicos ou econômicos, devidamente comprovados, assim o determinarem, a realização de qualquer etapa do Processo Produtivo Básico poderá ser suspensa temporariamente ou modificada, através de portaria conjunta dos Ministros de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e da Ciência e Tecnologia.

Art. 5º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

**BENJAMIN BENZAQUEN SICSSÚ
RONALDO MOTA SARDENBERG**

Publicada no D.O.U. de 14.03.2002, Seção I, pág. 61

**ANEXO 3 - PORTARIA INTERMINISTERIAL MCT/MICT N.º 66, DE
02.05.94**

OS MINISTROS DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E DO TURISMO, no uso das atribuições que lhes são conferidas pelo art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, e tendo em vista o disposto no § 1º do artigo 6º, do Decreto nº 792, de 02 de abril de 1993, e no § 3º do art. 1º, da Portaria Interministerial nº 101, de 07 de abril de 1993, RESOLVEM:

Art. 1º Estabelecer que, para os efeitos do disposto no art. 4º da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, os componentes semicondutores, dispositivos optoeletrônicos, componentes a filme espesso ou a filme fino, módulos de memória padronizados e células fotovoltaicas possuem valor agregado local se atenderem ao processo produtivo básico - Apêndice 7 ao PPB VIII - discriminado nesta Portaria.

Art. 2º Será considerado atendido o processo produtivo básico para os componentes semicondutores e dispositivos optoeletrônicos, a realização, no País, do conjunto de operações discriminadas a seguir:

- I - montagem de pastilha semicondutora, não encapsulada;
- II - encapsulamento da pastilha montada;
- III - teste (ensaio) elétrico ou optoeletrônico;
- IV - marcação (identificação);
- V - gestão da qualidade e produtividade do processo e do produto final, envolvendo a inspeção de matérias-primas, de produtos intermediários, de materiais secundários e de embalagem, o controle estatístico do processo, dos ensaios e medições e da qualidade do produto final.

§ 1º Os circuitos integrados bipolares com tecnologia maior que cinco micrômetros (micra) e os diodos de potência deverão também realizar o processamento físico-químico da pastilha semicondutora no País.

§ 2º Os circuitos integrados monolíticos projetados no País ficam dispensados de realizar as fases constantes dos incisos I e II do "caput" deste artigo.

Art. 3º Para o atendimento do processo produtivo básico de componentes a filme espesso ou a filme fino, deverão ser realizadas, no País, as operações de processamento físico-químico sobre o substrato e as fases constantes dos incisos III, IV e V do "caput" do art. 2º.

Parágrafo único - Para a produção de circuitos integrados híbridos, ficam dispensados de atender ao disposto no "caput" do art. 2º os componentes semicondutores utilizados como insumos na produção dos mesmos.

Art. 4º Para o atendimento do processo produtivo básico de células fotovoltaicas, deverão ser realizadas no País as operações de processamento físico-químico referentes às etapas de difusão, texturização e metalização, e aquelas constantes dos incisos II, III e V do "caput" do art. 2º.

Parágrafo único. A etapa de difusão de que trata o "caput" somente será exigida após 12 (doze) meses, contados a partir da data de publicação desta Portaria.

Art. 5º Para atendimento do processo produtivo básico de módulos de memória, os circuitos integrados monolíticos do tipo memória RAM deverão atender ao disposto no "caput" do art. 2º, e adicionalmente os módulos de memória deverão ser montados no País a partir de componentes básicos.

Parágrafo único. Até vinte por cento dos módulos de memória montados localmente, de acordo com o disposto no "caput",

poderão utilizar circuitos integrados monolíticos do tipo memória RAM não encapsulados no País.¹

Art. 6º Para o cumprimento do disposto nesta Portaria, será admitida a subcontratação de quaisquer das operações aqui descritas, desde que a sua realização seja feita no País.

Art. 7º As empresas produtoras de componentes semicondutores, dispositivos optoeletrônicos, componentes a filme espesso ou a filme fino, módulos de memória padronizados, células fotovoltaicas, que usufruirem da isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados deverão implantar, no prazo de 24 (vinte e quatro) meses, contados da aprovação do benefício, sistema da qualidade baseado nas normas da Série NBR 19.000 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Parágrafo único. Para permitir o acompanhamento da implantação das normas técnicas da Série NBR 19.000, a que se refere o "caput" deste artigo, as empresas deverão encaminhar ao Ministério da Ciência e Tecnologia laudo técnico expedido por entidade credenciada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

Art. 8º Caracterizada a necessidade de alteração do processo produtivo fixado nesta Portaria, decorrente de fatores técnicos ou econômicos, devidamente comprovados, poderá ser suspensa temporariamente ou modificada a realização de suas etapas.

Art. 9º Fica revogada a Portaria Interministerial MCT/MICT nº 206, de 30 de agosto de 1993.

Art. 10 Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

JOSÉ ISRAEL VARGAS
ÉLCIO ÁLVARES

¹ Nova redação do artigo 5º dada pela portaria MCT/MICT 14, de 1997

Publicada no D.O.U. de 06.05.94, Seção I, pág. 6.782.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- Abinee Apresenta a Associação Brasileira da Indústria Eletro Eletrônica.** Disponível em www.abinee.org.br Acesso em 20/09/02.
- AMARAL, A.; TIGRE, P.; ALVES, S.F.; BAMPI, S.; WOHLERS, M. Programa Nacional de Microeletrônica - Contribuições para a formulação de um plano estruturado de ações.** Brasília: SecEx / MCT, 2002
- AMATO NETO, J. Redes de Cooperação Produtiva:** antecedentes, panorama atual e contribuições para uma política industrial. 1999 216p. Tese (Livre – Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.
- AMATO NETO, J.; CARVALHO, M.M.; FLEURY, A.C.C.; GARCIA, R.; LAURINDO, F.J.B.; PESSÔA, M.S.P.; Análise das condições de desenvolvimento da indústria brasileira de semicondutores: texto para discussão,** II Workshop: Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento, PRO-EPUSP, 2002
- Anatel Apresenta a Agencia Nacional de Telecomunicações .** Disponível em www.anatel.gov.br. Acessado em 23/11/02.
- BAMPI, S. Dados sobre o segmento de tecnologia de informação no Brasil.** Palestra no Eletronsul, Porto Alegre, 2002. Disponível em www.abinee.org.br.
- CCS Apresenta o Centro de Componentes Semicondutores da Unicamp.** Disponível em www.ccs.unicamp.br Acesso em 25/11/02.
- CHRISTENSEN, C.M. e BASS, M.J. The future of the microprocessor business IEEE Spectrum April 2002.**
- COLTRO, R.** Onde está o produto nacional? **Computerworld**, São Paulo, ed. 370, 21/08/2002
- CULLEN, S. In-Stat semiconductor industry forecast.** Palestra no 20. Café da Manhã do estado da indústria (de semicondutores). In-Stat / MDR: Scottsdale, AZ, Estados Unidos, 2002.
- DAVID, P. Comment on “The role of geography in development,” by Paul Krugman.** In Annual World Bank Conference on Development Economics 1998. Washington: World Bank, 1999.
- FLEURY, A.C.C. e FLEURY, M.T.L. Estratégias Empresariais e Formação de Competências – Um Quebra - Cabeça Caleidoscópico da Indústria Brasileira.** 2 ed.

São Paulo: Atlas, 2001

Folha de S. Paulo **Jornal Folha de S. Paulo**. Disponível em www.uol.com.br/fsp
Acesso em 17/11/02.

FORS, G. Utilization of R&D results in the home and foreign plants of multinationals. **The journal of industrial economics** vol. XLV p. 341-358, 1997

GARCIA, R. e ROSELINO, J.E. **Avaliação crítica dos resultados da Lei de Informática e seus reflexos sobre o complexo eletrônico** Texto submetido à apresentação no VII Encontro Nacional de Economia Política, Curitiba, 2002-11-09
IBM. Armonk, NY, Estados Unidos. **Apresenta a divisão de Microeletrônica e soluções em semicondutores** Disponível em www.ibm.com/chips . Acesso em: 09 de nov. 2002.

ITRS Apresenta o International Technology Roadmap for Semiconductors.
Disponível em: <http://public.itrs.net/Files/2001ITRS/Home.htm>. Acessado em 04/11/02.

KANDYBIN, A; KIHN, M.; MAINARDI, C.R. Reinventing Scale - How to Escape the Size Trap. **Strategy & Business**, New York, NY, Estados Unidos, n. 27, Jun. 2001

KIM, L. Absorptive Capacity, Co-opetition and Knowledge Creation: Samsung's leapfrogging in semiconductors. In: NONAKA, I. e NISHIGUSHI, T. **Knowledge Emergence: Social, Technical, and Evolutionary Dimensions of Knowledge Creation**. 1 ed. Oxford: Oxford University Press, 2002.

KRÜGER, C. **Etapas de projetos e ferramentas**. Jaguariúna: BSTC – Motorola / SPS, 2002 (a)

KRÜGER, C. Exemplos de projetos e aplicações da microeletrônica – limites de projeto, capacidade de produção. Jaguariúna: BSTC – Motorola / SPS, 2002 (b)

KRUGMAN, P. **Geography and trade**. Cambridge: MIT press, 1991.

LAKENAN, B.; BOYD, D. e FREY, E. Why Cisco Fell – Outsourcing and Its Perils **Strategy & Business**, New York, NY, Estados Unidos, n. 24, Set. 2001

LEACHMAN, R.C. e LEACHMAN, C.H. **Globalization of Semiconductors: Do Real Men Have Fabs, or Virtual Fabs?** University of California at Berkeley, CA, USA, 2002.

LEVIN, P.L. e LUDWIG, r. Crossroads for mixed – signal chips **IEEE Spectrum**

March 2002

LIPPARINI, A.; FRATOCCHI, L. The capabilities of the transnational firm: accessing knowledge and leveraging inter-firm relationships. **European Management Journal** vol.17 n.6 p. 655-667, 1999

LOBO, A. P. Governo Reformula PPB para celular. **Computerworld**, São Paulo, 24/11/2000

LOUREIRO, F. **Uma avaliação sobre o cenário competitivo.** Palestra no Eletronsul, Porto Alegre, 2002. Disponível em www.abinee.org.br.

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia Setor de Tecnologias da Informação - Lei nº 8248/91 – Resultados. Brasília, 1998

MCT Apresenta o Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em www.mct.gov.br Acessado em 28/09/02.

MCT Programa Nacional de Microeletrônica - Atração, fixação e crescimento de empresas de projetos microeletrônicos no Brasil. Brasília, 2001

MDIC Apresenta o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em www.mdic.gov.br. Acessado em 28/09/02.

MEFFORD, R.; BRUUN, P. Transferring world-class production to developing countries: a strategic model. **International Journal of Production Economics** n.56-57 p.433-450, 1998

MELO, P.R.S.; RIOS, E.C.S.D e GUTIERREZ, R.M.V. Componentes Eletrônicos: Perspectivas para o Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 13, mar. 2001

MENON, J.; YAP, K.; THONG, D. **Semiconductor industry analysis – Looking up from the trough.** Londres: Dresdner Kleinwort Wasserstein Research, 2002

MERCHANT, J.E. The role of governments in a market economy: Future strategies for the high tech industry in America. **International Journal of Production Economics** n.52 p.117-131, 1997

Ministério das Comunicações Apresenta o Ministério das Comunicações. Disponível em www.mc.gov.br Acessado em 23/11/02

PORTER, M.E. **A Vantagem Competitiva das Nações** 2^a. Reimpressão Rio de Janeiro: Campus, 1993

PORTER, M.E. A vantagem competitiva das nações (1990). In: **Competição – Estratégias competitivas essenciais.** 8 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

- PORTER, M.E. Aglomerados e competição – Novas agendas para empresas, governos e instituições. In: **Competição – Estratégias Competitivas Essenciais**. 8 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999
- RIPPER, M.D. Em questão: a indústria nacional de microeletrônica. **Revista brasileira de tecnologia**, Brasília, v.14(2), mar./abr. 1983
- RODRIGUES, I. Lição para o próximo governo **Computerworld**, São Paulo, ed. 372, 20/02/2002
- SALERNO, M.S. et al. **A nova configuração da cadeia automotiva brasileira**. Pesquisa desenvolvida junto ao BNDES. São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002
- SAMSUNG. Seoul, Coréia. **Site institucional** Disponível em www.samsung.com. Acesso em: 09 de nov. 2002.
- SEDRA, A. e SMITH K. **Microelectronic Circuits** 4 ed. New York: Oxford University Press, 1998
- SERWAY, R. **Física 4** – Física Moderna, Relatividade, Física Atômica e Nuclear, 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.
- SIA – Semiconductor Industry Association. San Jose, Califórnia, EUA. **Apresenta estatísticas do setor de semicondutores**. Disponível em www.sia.org. Acesso em 14 de nov. 2002.
- SICAS – Semiconductor International Capacity Statistics. **Statistics Report – 2nd quarter 2002 - Integrated Circuit Wafer Fab Utilization**. Veessem, Holanda: SICAS, 2002 (Relatório Estatístico)
- SLACK, N. **Vantagem Competitiva em Manufatura** - Atingindo Competitividade nas Operações Industriais. 1ed. São Paulo: Atlas, 1993
- Suframa **Apresenta a Superintendência da Zona Franca de Manaus**. Disponível em www.suframa.gov.br. Acesso em 25/11/02.
- SUZIGAN, W.; VILLELA, A.V. **Industrial Policy in Brasil**. Campinas: Unicamp - Instituto de Economia, 1997.
- SWART, J. **Microeletrônica no Brasil e nas Universidades Brasileiras** apresentação no Fórum de Competitividade do MCT. Brasília, 06/06/02.
- TAVARES, W.M.L. **A indústria eletrônica no Brasil e seu impacto sobre a balança comercial**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2001 (Estudo da Consultoria

Legislativa, 2001)

TEIXEIRA, D. Melhora, mas não resolve. Revista IstoÉ Dinheiro, São Paulo, 26/12/2001

TIGRE, P **Liberalização e capacitação tecnológica: o caso da informática pós reserva de mercado no Brasil.** Rio de Janeiro, Instituto de Economia Industrial da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993

Toshiba. Tóquio, Japão. Site institucional Disponível em www.toshiba.com. Acesso em: 19 de nov. 2002

TSAI, N. China: An emerging centre for semiconductor manufacturing. **Future Fab International.** Issue 13, 2002.

VASCONCELLOS, M.A.S. **Economia - Micro e Macro.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2001

VASCONCELLOS, M.A.S.; GREMAUD, A. P.; TONETO JR., R. **Economia Brasileira Contemporânea.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

WEF – World Economic Forum Apresenta o Fórum Econômico Mundial. Disponível em www.wef.org . Acessado em 22/11/02

WINSTON, W.L. **Introduction to Mathematical Programming – Applications and Algorithms.** 2. ed. Belmont, CA, Estados Unidos: Duxbury Press, 1995

WSTS – World Semiconductor Trade Statistics. Graz, Áustria. **Dados de Mercado da Indústria de Semicondutores.** Disponível em www.wsts.org . Acesso em: 09 de nov. 2002

WTO – World Trade Organization. Apresenta a Organização Mundial do Comércio. Disponível em www.wto.org. Acessado em 20/11/02.