

CRISTIANO BRAGANÇA DE VASCONCELLOS FONTES

**AVALIAÇÃO DA MUDANÇA TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE SEMICONDUTORES**

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

Orientador: Professor Livre-Docente
João Amato Neto

São Paulo

2003

RESUMO

Este trabalho busca analisar como as empresas de um setor de alta tecnologia, no caso o setor de semicondutores, lidam com as diversas mudanças tecnológicas que surgem em seu mercado, tanto no que se refere a produto quanto a processo. Busca-se analisar desde a captura do conhecimento até a implantação e seus resultados, avaliados qualitativamente. Inicialmente pesquisou-se modelos e métodos existentes para avaliação da mudança tecnológica na literatura à disposição, com o intuito de formar um quadro teórico. Paralelamente buscou-se elaborar uma profunda conceituação de termos, notadamente tecnologia, estratégia tecnológica e mudança tecnológica. Ainda juntamente com o desenvolvimento destas atividades, foi realizada a pesquisa de campo, buscando dados junto aos fabricantes de semicondutores atuantes dentro do território nacional. Uma análise setorial também foi importante, de modo a conhecer a dinâmica do mercado e as principais forças e critérios de competição existentes neste setor da economia. A manipulação dos dados e subsequente comparação com o quadro teórico levaram ao posicionamento das empresas quanto à mudança tecnológica, sendo esta a parte final do trabalho.

ABSTRACT

This research intends to analyze how enterprises of a technology-intensive sector, the semiconductor sector in this case, deal with the various technological changes that come up in the market, regarding both product and process. It is sought to analyze since the acquisition of the knowledge to the application and the results from the technological changes, evaluated in a qualitative manner. Firstly, existing models and methods for the evaluation of technological change in the available literature were researched, in order to construct a theoretical basis. In parallel, it was sought to formulate a deep aggregate of concepts such as technology, technological strategy and technological change. Simultaneously, the field research was conducted, seeking relevant data inside national semiconductor producers. An analysis of the sector was also much important, in order to understand the existing dynamics of the market and the main forces and competition criteria. The manipulation of the data and the following comparison with the theoretical basis led to the judgement of the enterprises' technological change, which consists the final part of this research.

1. Introdução

Pesquisa e desenvolvimento (P&D), inovação e mudança tecnológica são termos que adquirem cada vez mais importância no presente contexto industrial e econômico. A gestão pró-ativa do conhecimento exerce agora um papel central para a competitividade tanto das empresas, seja qual for o seu ramo de atividade, como para países. Uma transição dos fatores geradores de vantagens competitivas ocorreu ao longo do século passado, sendo que antes estes eram a localização, acesso à mão-de-obra barata, recursos naturais e capital financeiro. No atual cenário mundial, estes fatores deixaram de ser uma vantagem competitiva para se tornarem critérios qualificadores. Os critérios ganhadores de pedido, por sua vez, passaram a ser quase sempre gerados por um único fator: a inovação.

Esta afirmação pode ser comprovada por Thurow (1997) *apud* Terra (1999), que menciona o fato de que entre as doze maiores empresas americanas do início do século passado, dez eram empresas baseadas em recursos naturais, e apenas uma delas, a General Electric, sobreviveu até os dias de hoje, e também o fato de que as decisões de localização de investimentos industriais, principalmente pelas empresas multinacionais, têm dependido cada vez mais de mão-de-obra qualificada, e não somente barata. Outros argumentos citados por Hope & Hope (1997) *apud* Terra (1999) dizem respeito ao chamado setor de alta tecnologia dos Estados Unidos. O autor cita o fato de que entre 1994 e 1996, este setor foi responsável por 40% do crescimento do PIB americano. Já Amato Neto et al (2002) citam o fato de que enquanto as vendas de produtos e sistemas eletrônicos, bens pertencentes a um segmento industrial altamente dependente em tecnologia, P&D e inovação, cresciam

a uma taxa anual média de 8,6% no período 1993/98, a produção industrial mundial aumentava 3,2% a cada ano, em média.

Os tradicionais indicadores de desempenho, que por muitos anos guiaram investidores, baseavam-se em informações exclusivamente financeiras (como o clássico ROI – Retorno sobre investimento – e mesmo o mais recente EVA – Valor Econômico Agregado). A expansão de empresas cuja principal atividade é a criação de conhecimento (empresas de alta tecnologia, consultorias, entre outras) e o grande aumento do seu valor de mercado mostram que cada vez mais informações não incluídas em balanços ou outras demonstrações financeiras devem ser consideradas no momento de se avaliar uma companhia. Na nova economia, além de ativos ou receitas presentes, é considerado o potencial de crescimento de uma empresa. Este depende fortemente da obtenção de diferenciais, por sua vez baseada na capacidade de inovação da empresa, capacidade esta intimamente ligada ao conhecimento e às idéias presentes na empresa.

Entretanto, diversas considerações devem ser feitas quanto ao exato significado de alguns termos: conhecimento, pesquisa e desenvolvimento (P&D), e principalmente a distinção entre inovação e mudança tecnológica:

Conhecimento: Terra (1999) descreve o termo como sendo o conjunto de habilidades dominadas por uma empresa.

Pesquisa e Desenvolvimento: comumente refere-se à atividade de pesquisa dentro de uma organização formal (empresa ou instituto), visando-se o desenvolvimento e o uso de novas tecnologias.

Mudança Tecnológica: a mudança tecnológica pode tomar várias formas, segundo seu grau de novidade e originalidade e seu nível de complexidade e intensidade

científica. Levando em conta estes aspectos, a mudança tecnológica pode ser analisada segundo os agentes geradores e usuários de tecnologia. Deste modo, mudança tecnológica (de produto ou processo) em uma empresa pode ser classificada como imitação duplicativa, imitação criativa e inovação original (FURTADO, 20002);

1.1 Objeto de estudo: a indústria brasileira de semicondutores

A implantação da indústria eletrônica no Brasil foi iniciada na década de 60 e ganhou impulso nos anos 70 com a expansão acelerada do mercado de bens de consumo duráveis. No início dos anos 80, contando com a proteção da Política de Informática, operavam no Brasil 23 empresas fabricantes de componentes eletrônicos

Com a aprovação da “Lei de Informática” (Lei 8.248) em 1991, visando preservar a produção local de *hardware*, a estrutura deste mercado foi profundamente abalada. Com este objetivo em mente, foi determinada a isenção do IPI para empresas que cumprissem o “Processo Produtivo Básico” (PPB) como principal medida da lei, que define a seqüência de operações que deveriam ser realizadas localmente. Entretanto, uma vez que a lei só teve efetividade a partir de 1993, ano em que entrou em vigor a regulamentação do PPB, formou-se uma lacuna temporal que se revelou fatal para a indústria de componentes. Os incentivos fiscais previstos não foram capazes de impedir o fim da indústria microeletrônica no Brasil já que não estavam orientados para a produção de componentes, mas sim para a montagem de bens finais. Como índices mínimos de nacionalização para os produtos eletrônicos montados no Brasil não eram exigidos, a lei acabou não estimulando a demanda por semicondutores fabricados no país. No mesmo período, ocorreu uma

súbita abertura comercial do país, tornando a produção nacional de componentes ainda mais inviável. Como resultado destas medidas, quase que a totalidade das empresas do setor foram fechadas.

As empresas multinacionais rapidamente passaram a atender seus clientes via importação, desativando assim suas linhas de produção. Em um intervalo de apenas seis meses, cinco empresas encerraram suas atividades de produção, entre elas a NEC e a Texas Instruments. As empresas nacionais, por sua vez, não tinham como possibilidade a transferência da produção para o exterior, e acabaram produzindo por mais algum tempo. Apenas quatro empresas foram capazes de superar as dificuldades e efetivamente produzem componentes eletrônicos no Brasil nos dias de hoje.

Diante do quadro da época, os fabricantes dos bens finais passaram a importar conjuntos prontos (*kits*) para serem montados internamente. Esse novo modelo de importação veio a inviabilizar o fornecimento de componentes individuais pelas empresas nacionais, mesmo aqueles produzidos em condições competitivas: a importação de um *kit* completo passara a ser mais vantajosa para o montador final, já que permitia a redução do custo de engenharia própria, além da simplificação da cadeia de suprimentos.

Durante toda a década de 90, à medida que a indústria de eletrônicos de consumo crescia, a produção de componentes sofria uma forte retração. As divergências e a falta de sintonia entre as políticas tecnológica e industrial para os diferentes setores do complexo eletrônico agravou este quadro. Esse cenário contrastava com a situação de países que haviam adotado políticas adequadas a partir da década de 80, como Coréia, Malásia e Taiwan, que avançavam rapidamente na

produção de bens do complexo eletrônico, em larga medida devido à coesão institucional que os respectivos governos e empresas foram capazes de instituir e manter, mesmo tendo partido de um menor desenvolvimento relativo da indústria eletrônica em relação ao Brasil.

Finalmente em 2001 foi regulamentada a Nova Lei de Informática, que veio complementar e estender os incentivos fiscais de IPI. Em linhas mais gerais, esta nova lei previa a isenção do IPI uma vez que as empresas investissem em atividades de P&D e seguissem o PPB, garantindo um mínimo de nacionalização das atividades. O investimento em P&D deveria ser equivalente a 5% do faturamento bruto da empresa com a comercialização de produtos de informática no mercado interno. Na verdade, o IPI varia de acordo com a região da empresa, e os investimentos em P&D também diminuem, de acordo com a redução da isenção de IPI. Esta lei, embora fixasse o IPI para estes produtos em 15%, reduziu o IPI de componentes a alíquotas entre 2 % e 5%. Novamente, no entanto, a definição do PPB foi promulgada depois da regulamentação da lei, cometendo-se assim o mesmo erro ocorrido quando da regulamentação da primeira lei de informática.

1.2 Objetivo: Adequar um método de avaliação da mudança tecnológica

No âmbito da gestão do conhecimento, bem como da gestão da inovação, diversos modelos já foram apresentados, tanto por autores brasileiros como por autores estrangeiros. Terra (1999) investigou as práticas adotadas por muitas das principais empresas brasileiras e formulou assim um mapa cognitivo das várias abordagens relacionadas ao tema gestão do conhecimento dada por estas empresas. Já Vasconcellos (1996), estudou quais seriam as barreiras e os facilitadores de

transferência de tecnologia da P&D para a produção, fornecendo um modelo para a gestão da pesquisa interna à empresa e a consequente implementação das inovações. Chai (2000), por sua vez, realizou um estudo em onze empresas do Reino Unido e do leste asiático, detalhando os mecanismos e os processos de difusão do conhecimento intra e interorganizacionais utilizados por estas empresas. No que se refere mais especificamente à mudança tecnológica, Sampaio (1999) e Alves Filho (1991) desenvolveram modelos qualitativos para a avaliação da estratégia tecnológica em empresas dos setores têxtil e calçadista, respectivamente.

Entretanto, nenhum destes estudos, mesmo os brasileiros, se preocupou especificamente com as características e necessidades diferenciadas do setor de semicondutores. Sendo assim, o objetivo primordial deste trabalho é justamente, caso a utilização de um modelo existente não seja possível, a adaptação de um algum método de avaliação da mudança tecnológica nas empresas que atuam no setor.

Vale ressaltar, que embora a gestão do conhecimento, a atividade de P&D e a estratégia tecnológica estejam implícitas neste item, ela não é exatamente o tema central do trabalho, sendo estes termos muito mais abrangentes. Aspectos como aprendizado organizacional e crescimento pessoal dentro da empresa, por exemplo, não serão tratados, ficando fora do escopo do trabalho.

1.3 Escopo: Empresas fabricantes de semicondutores no Brasil

Além da discussão já feita na seção anterior sobre a abrangência do termo gestão do conhecimento, é importante explicitar a amostra de empresas contidas na análise. Esta amostra é constituída pelos quatro fabricantes de semicondutores remanescentes até os dias de hoje.

Embora houvessem empresas fabricantes de semicondutores que atuem no país, mas têm sua produção em outros países, estas não serão consideradas, primeiro pela falta de recursos para se fazer uma análise deste tamanho e segundo pela enorme disparidade que seria encontrada, tanto no que se refere a cultura e organização como em termos de tamanho e disponibilidade de recursos econômicos.

Mesmo assim, é evidente o fato de que haverá diferenças significativas de uma empresa para outra e que isto é fruto de fatores tanto internos quanto externos. Entre estes fatores, pode-se salientar a idade da empresa, número de funcionários, volume de vendas, organização e gerenciamento da produção e disponibilidade de capital. Certamente o tratamento dado às mudanças tecnológicas por uma empresa pequena não será o mesmo de uma pertencente a um grupo. No entanto, este trabalho buscará minimizar estas disparidades entre as empresas incluídas na amostra, adotando critérios que avaliem unicamente a mudança tecnológica, e também fazendo uma análise em cima dos resultados que leve em consideração todos estes fatos.

1.4 Metodologia e Atividades

O objetivo fundamental do trabalho é a avaliação das mudanças tecnológicas nas empresas fabricantes de semicondutores no Brasil. Para a viabilização deste objetivo, uma metodologia específica deve ser utilizada.

O primeiro ponto é a revisão bibliográfica, que fornecerá a visão de outros autores sobre o mesmo ponto: modelos de avaliação de inovações, tecnologias e estratégias tecnológicas. Esta bibliografia pode ser dividida em dois grandes grupos:

- Literatura acadêmica: compreende artigos e estudos publicados em revistas científicas e congressos, além de trabalhos de formatura e teses de mestrado e doutorado.

- Publicações não-acadêmicas: artigos publicados em periódicos de fundo mais comercial, como revistas de empresas de consultoria e revistas de negócios.

Ainda relativo a este primeiro ponto, cabe à análise de artigos, matérias e estudos sobre a indústria do complexo eletrônico, mais especificamente, a de semicondutores. Sem a análise desta literatura não seria possível realizar este trabalho, pois para entender o funcionamento da gestão da mudança tecnológica nestas empresas, deve-se primeiro entender o negócio em si. Assim, deve-se procurar analisar séries históricas e tendências de mercado relativos à faturamento, vendas, lucro, utilização da capacidade instalada e distribuição espacial das empresas atuantes neste setor.

O segundo passo neste estudo é a pesquisa de campo. Esta fase de campo deverá investigar uma amostra de empresas principalmente através de entrevistas, mas também através de artigos de periódicos com informações sobre as mesmas. Os entrevistados serão sempre funcionários da empresa ligados de alguma forma às atividades de P&D da mesma, por serem os mais capazes no fornecimento das informações requeridas.

Nas entrevistas será utilizado o questionário elaborado pelos pesquisadores do projeto DPP – Diretório da Pesquisa Privada – do qual o autor participou no último ano, inicialmente como estagiário e nos seis meses finais como assistente de pesquisa. Este questionário, no entanto, não contou com a ajuda do autor, tendo sido elaborado antes da entrada do mesmo no projeto. Suas questões abordam

principalmente os aspectos relacionados à mudança tecnológica, mas também abordam dados mais gerais das empresas, como composição patrimonial e faturamento nos últimos anos. Concomitantemente à realização das entrevistas, os dados irão sendo organizados e tabulados de forma a facilitar sua análise posterior.

A terceira fase consiste justamente da análise dos dados obtidos. Será através deles que será verificado se existe algum método de avaliação de mudanças tecnológicas que pode ser adequado, ou ao menos adaptado ao caso especificado.

O quarto passo deste estudo será então a avaliação efetiva das mudanças tecnológicas para a indústria de semicondutores brasileira. Supõe-se que as diversas formas de mudanças tecnológicas deverão ser agrupadas em categorias (por exemplo, produto e processo) e para cada uma delas, propostas serão formuladas, para que com base neste modelo, uma empresa atuante no setor possa gerir eficaz e eficientemente suas atividades relacionadas ao assunto.

Ao final do trabalho, considerações acerca do mesmo deverão ser feitas e propostas de aprofundamento deste estudo também serão formuladas, de modo que possa haver uma continuidade do mesmo.

1.5 Tema escolhido e o curso de Engenharia de Produção

Muito embora o tema “Mudança Tecnológica”, ou mesmo assuntos mais pontuais como “Conhecimento” e “Pesquisa e Desenvolvimento” não sejam abordados especificamente em nenhuma disciplina do curso de engenharia de produção, estes são aspectos que acabam aparecendo em diversas disciplinas do curso.

As disciplinas “Administração e Organização” e “Organização do Trabalho na Produção” abordam temas como cultura organizacional, que pode ser considerado um sub-tema de gestão do conhecimento. Já na disciplina “Projeto do Produto e Processo”, muitos aspectos relacionados à pesquisa, desenvolvimento e principalmente mudança tecnológica são estudados.

Muito importante, porém, é o aspecto da competitividade, uma vez que este estudo só é relevante uma vez que os itens P&D e inovação são elementos fundamentais para empresas competitivas. Este conceito é amplamente discutido ao longo do curso, especialmente em disciplinas como “Sistemas de Apoio à Produção”, “Logística e Cadeias de Suprimento” e nas disciplinas referentes à qualidade, como “Gerenciamento de Sistemas da Qualidade” e “Gestão da Qualidade em Produtos e Processos”.

Finalmente, temos a disciplina “Gestão Estratégica da Produção”, ministrada no último semestre do curso, que aborda justamente o tema da inovação como fator competitivo e estratégico. Esta disciplina é sem dúvida aquela que mais se aproxima do escopo deste trabalho, sendo que os conhecimentos aprendidos nesta disciplina foram extremamente úteis para a elaboração deste trabalho. O lado negativo é que pelo fato de ter sido ministrada apenas no décimo semestre, grande parte deste trabalho foi desenvolvida sem os conhecimentos desta disciplina, sendo que estes teriam sido extremamente valiosos, mesmo na parte inicial do trabalho.

Quanto à relação do trabalho com as disciplinas “Trabalho de Formatura e Estágio Supervisionado I e II”, cabe ressaltar que este trabalho não foi propriamente desenvolvido no estágio do autor durante o período destas disciplinas. Existe um grupo de pesquisa no Departamento de Engenharia de Produção da Escola

Politécnica da USP dedicado à pesquisa de, entre outros assuntos, gestão do conhecimento e a relação da competitividade das empresas com P&D e inovação, o REDECOOP – Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento – do qual o autor deste trabalho é membro ativo desde junho de 2001. Neste ano, o autor iniciou um programa de Iniciação Científica, dentro do projeto “Geração e difusão do conhecimento através das redes de cooperação produtiva e organizações virtuais: conceitos e modelos para elevar o potencial competitivo das empresas”. Após este trabalho, em outubro de 2002, o autor passou a atuar como estagiário dentro do projeto DPP – Diretório da Pesquisa Privada – encomendado pela FINEP junto à UNESP – Universidade Estadual Paulista – e que delegou ao REDECOOP a investigação da indústria de semicondutores. No entanto, em abril de 2003, o autor deixou de atuar como estagiário, mas continuou a participar ativamente no projeto. Na verdade, este trabalho é fruto não de apenas um ano de trabalho, mas sim de dois anos e meio de pesquisas dentro do setor eletro-eletrônico, em que foram realizados trabalhos de iniciação científica, estágio e pesquisas puramente acadêmicas.

Por fim, não há dúvidas de que a prática exercida em todas as disciplinas do curso desenvolveu uma boa capacidade de análise e resolução de problemas, a qual foi indispensável para que este trabalho se apresentasse de maneira estruturada e concisa.

2. Revisão Bibliográfica

O presente capítulo engloba uma revisão de literatura acerca dos elementos que constituem o tema central do trabalho (tecnologia, inovação, estratégia tecnológica e mudança tecnológica), objetivando uma análise das diversas discussões que já foram feitas sobre estes temas, de modo a definir uma tipologia para a elaboração do modelo de avaliação. Inicialmente é feita uma conceituação dos principais termos utilizados no trabalho. Esta atividade é de suma importância, visto que diversas definições diferentes já foram empregadas para os termos aqui discutidos, e não se pode dar margem à discussão no que se refere ao significado destes termos.

Pretende-se ainda enfatizar os motivos que levaram à escolha de uma análise qualitativa das mudanças tecnológicas, em detrimento de uma análise quantitativa, e, igualmente, de uma análise que abordasse também as áreas financeiras e de manufatura da empresa.

2.1 Conceituação

Nesta seção serão definidos os conceitos que se utilizará no trabalho. Esta conceituação se faz necessária devido à existência de diferentes interpretações de muitos dos termos abordados, notadamente conhecimento e tecnologia.

2.1.1 Conhecimento

Chai (2000) afirma que existem dois tipos de conhecimento, um defendido pelos objetivistas e outro pelos construtivistas. Os primeiros enxergam conhecimento como algo estático, que pode ser gerenciado como informação, enquanto os últimos

afirmam que o conhecimento dificilmente pode ser separado da pessoa que o detém, direcionando-se mais para a definição de conhecimento tácito. Segundo ele, esta dicotomia entre definições acaba tendo um impacto profundo principalmente na definição de gestão do conhecimento, pois diversos produtos previamente designados como sendo de tecnologia da informação estão agora sendo redefinidos como sendo de gestão do conhecimento.

No contexto de tecnologia, este mesmo autor afirma que conhecimento existe de três formas: no processo (desenhos técnicos, detalhes de engenharia, direitos sobre patentes), no produto (detalhes físicos do produto) e na pessoa (conhecimento cognitivo, habilidades). Analisando os objetivos deste trabalho, percebe-se que esta definição seria muito abrangente, e já se sobrepõe com os conceitos de tecnologia em si.

Neste trabalho, será adotada então a definição dada por Terra (1999), que ressalta a importância do conhecimento definindo este como sendo o conjunto de habilidades dominadas por uma empresa. Estas habilidades, importantes para os clientes, seriam o fator crítico de êxito empresarial. “Por conseguinte, a visão da concorrência também muda. Concorrentes passam a ser as empresas que têm uma base de habilidades-chave semelhantes, e não aquelas que, simplesmente, têm uma linha de produtos similar”.

2.1.2 Tecnologia

A Encyclopaedia Britannica (2003) define tecnologia como sendo a aplicação do conhecimento científico nos objetivos práticos da vida humana, ou à mudança e manipulação do ambiente humano.

Na literatura, diversos autores acabam utilizando o termo tecnologia de forma muito similar, mas cada um deles enfatiza um ou outro ponto. Alves Filho (1991), após uma longa discussão entre autores, termina por definir tecnologia como sendo um conjunto de conhecimentos voltados para um fim prático, em suas palavras, “podendo ser assimilada e desenvolvida de diferentes formas e em diferentes graus por diferentes indivíduos e organizações. Empresas diferentes, portanto, podem ter níveis distintos de conhecimento da tecnologia em um determinado campo e, ainda, empreender esforços em diferentes direções no sentido de ampliar esse corpo de conhecimentos”.

Almeida (1981) *apud* Vasconcellos (1996), estabelecendo vínculos entre os vários conceitos associados ao tema tecnologia encontrados na literatura, afirma que:

- a) Tecnologia é o conjunto dos conhecimentos empregados na produção de bens (transcritos ou existentes nas pessoas);
- b) Tecnologia é o conjunto das atividades que resultam na criação ou aplicação de conhecimentos empregados na produção de bens;
- c) Tecnologia é o conjunto de bens produzidos em decorrência de um conjunto de conhecimentos empregados na produção de bens.

Frente a todas estas definições, preferiu-se utilizar o conceito mais específico utilizado por Sampaio (1999), que conclui que tecnologia “é o pacote de informações organizadas que pode ser aplicado aos sistemas de produção de bens e serviços”. Essa conceituação referindo-se também à aplicação da tecnologia na indústria de serviços é muito relevante, visto que a indústria de semicondutores, objeto de estudo deste trabalho, não é somente uma indústria caracterizada pela manufatura, mas

também pela prestação de diversos tipos de serviços, que serão abordados nos estudos de caso.

Com as definições já vistas, percebe-se que tecnologia difere-se de conhecimento no sentido de que conhecimento é todo o conjunto de habilidades de uma empresa, enquanto tecnologia é aquilo que pode ser aplicado à produção efetiva de bens ou serviços. Nestas definições, pode-se concluir que tecnologia é um subgrupo do conhecimento, referindo-se então às aplicações no sistema produtivo deste todo.

2.1.3 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Vasconcellos (1996) trabalha o conceito de pesquisa (P) e desenvolvimento (D) como sendo o trabalho criativo empreendido em base sistemática com vistas a aumentar o estoque de conhecimentos, incluindo conhecimentos humanos, culturais e societários, e no uso deste estoque para perscrutar novas aplicações. Em seu trabalho, o autor afirma que “a inovação pode ser provocada pela identificação de tecnologias já disponíveis para outros fins e que possam ser adaptadas às suas necessidades”, consistindo então da pesquisa, ou seja, a reunião de condições que possibilita uma busca nos conhecimentos disponíveis ou não. O desenvolvimento seria o trabalho sistemático, delineado a partir do conhecimento preexistente e obtido através de pesquisa, visando a aplicação na produção destes conhecimentos, seja, por exemplo, na definição de novos processos, ou no aperfeiçoamento dos já estabelecidos.

Segundo o mesmo autor, a etapa de pesquisa pode ser dividida em duas partes mais singulares: pesquisa básica e pesquisa aplicada. A primeira consiste no trabalho teórico ou experimental empreendido visando a aquisição de uma nova compreensão

dos “fundamentos subjacentes aos fenômenos e fatos observáveis, sem ter em vista nenhuma aplicação prática ou específica”. Já a pesquisa aplicada, é definida como também sendo uma investigação original concebida pelo interesse em adquirir novos conhecimentos, mas esta é primordialmente dirigida em função de um fim prático e específico. Esta definição está, portanto, intimamente ligada à definição de esforço tecnológico, que é discutida a seguir.

2.1.4 Esforço Tecnológico

O esforço tecnológico está intimamente ligado tanto ao conceito de mudança tecnológica, como ao de pesquisa e desenvolvimento. Furtado et al (2002) afirmam que existem diferentes tipos de esforço tecnológico, segundo seu nível de criatividade, formalização e propósito.

As atividades de P&D são comumente consideradas o tipo de esforço tecnológico mais formal e explícito, e que pode mais possivelmente resultar em mudança tecnológica mais original e com nível mais elevado de criatividade, ou seja, aquele que apresenta mais chances de representar uma geração de um conhecimento tecnológico novo. Estas atividades equivalem, de certa forma, ao conceito de “atividades inovativas” utilizado em muitas pesquisas sobre inovação tecnológica.

A perspectiva de esforço tecnológico adotada aqui é, porém, muito mais abrangente, na medida em que incluem atividades que não necessariamente conduzam a inovações, mas podem também implicar na elevação da capacitação tecnológica das empresas, o que é importante para resultados futuros em termos de mudança tecnológica.

Adotando então o conceito de Furtado et al (2002), esforço tecnológico será utilizado aqui num sentido amplo, sem a definição quanto ao nível de formalização e propósito e sem a classificação prévia em categorias como P&D, pesquisa básica, ou pesquisa informal.

2.1.5 Mudança Tecnológica

A mudança tecnológica pode tomar várias formas, segundo seu grau de originalidade e novidade, e seu nível de complexidade e intensidade científica. Levando em conta estes aspectos, a mudança tecnológica pode ser analisada segundo os agentes geradores e usuários de tecnologia. Segundo Furtado et al (2002), a mudança tecnológica em uma empresa, seja referente a produto ou processo, pode ser:

- a) Imitação duplicativa: esta seria uma incorporação de tecnologias geradas por outros agentes que não a própria empresa, sem qualquer contribuição da empresa em termos de alteração nas características destas tecnologias. O esforço tecnológico requerido neste caso seria o de mera absorção e utilização das tecnologias.
- b) Imitação criativa: refere-se à incorporação de tecnologias geradas por outros agentes que não a própria empresa, mas com contribuição original da empresa para adaptar ou melhorar as mesmas. Neste caso haveria, portanto, um esforço tecnológico concreto no sentido da adaptação da tecnologia para os propósitos, ou mesmo para as características e necessidades da empresa.
- c) Inovação original: o termo refere-se exclusivamente à geração e introdução pela primeira vez no mercado de uma tecnologia de produto ou processo, por

parte da empresa. Desta perspectiva, inovação se refere apenas às novidades na fronteira internacional do conhecimento tecnológico, isto é, à geração de conhecimento tecnológico original.

O conceito de mudança tecnológica aqui adotado é mais abrangente que o de inovação. Há, na verdade, uma ampla variedade de formas de se definir inovação, dependendo da referência para avaliar seu grau de novidade e originalidade, isto é, empresa, setor no país, indústria no plano mundial. O que é inovação para uma empresa, pode não ser uma novidade para seus concorrentes locais.

A orientação deste trabalho segundo o conceito de mudança tecnológica ao invés de inovação visa contornar uma dificuldade freqüentemente encontrada em trabalhos ou estudos sobre inovação, que em geral não distinguem entre inovação por adoção (imitação duplicativa e, em parte, imitação criativa) e inovação por esforço criativo (imitação criativa e inovação original). Em alguns casos, eram consideradas empresas inovadoras tanto aquelas que contribuíram com algum elemento criativo para a mudança em questão, como aquelas que simplesmente introduziram alguma tecnologia desenvolvida por empresas terceiras.

Alves filho (1991) coloca que a mudança tecnológica pode ocorrer em três diferentes âmbitos empresariais:

- Produto: engloba os métodos, técnicas e equipamentos para projetos e reprojatos de produtos, as mudanças nas especificações, nos materiais e componentes incorporados ou utilizados na fabricação de produtos;
- Processo e fabricação: abrange as operações e sua seqüência, os equipamentos, a operação, manutenção de máquinas e as ferramentas necessárias à produção;

- Gestão e organização da produção: engloba os métodos e técnicas orientadas para a combinação e administração dos recursos físicos (materiais e equipamentos) e humanos necessários à produção.

Neste trabalho, serão consideradas apenas as mudanças relativas a produto e processo, em função das próprias características da indústria, que privilegia estes dois tipos de mudanças, como será visto adiante.

2.2 O papel da estratégia tecnológica

Neste item será discutido o papel da estratégia tecnológica nas empresas e como esta pode torná-la competitiva. Inicialmente, porém, deve-se definir o que será entendido como estratégia, para então analisar a estratégia tecnológica.

2.2.1 Estratégia

A definição clássica de estratégia afirma que esta é “a arte do general” (do grego *strategos*). A primeira utilização do termo, portanto, foi no contexto militar (ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 2003). Ao longo dos séculos, o termo ganhou uma amplitude muito maior. Para este trabalho, o mais importante é o seu sentido empresarial, apesar de ser possível fazer uma interessante analogia: quem define a estratégia de uma empresa pode ser considerado o “general” da mesma.

Existe uma clara dificuldade na conceituação exata de estratégia, visto que esta é quase que sempre acompanhada de um termo adicional: estratégia corporativa, estratégia financeira, estratégia competitiva. Alves Filho (1991) utiliza inicialmente o conceito de estratégia como sendo um plano ou padrão que permite a integração dos objetivos, políticas e sequência de ações num todo coeso. No entanto, imediatamente

a seguir ele já relaciona estratégia com o termo “vantagem”, afirmando que a primeira é a busca de uma empresa por vantagens em relação aos seus concorrentes. O mesmo autor, ao referir-se à estratégia, afirma que alguns itens devem ser considerados:

- o posicionamento da empresa dentre diversos posicionamentos possíveis;
- o conjunto e a seqüência de ações efetivamente realizadas dentro de um período de tempo;
- a perspectiva de desenvolvimento e implantação de futuras decisões, com base na seqüência de ações já utilizadas.

Sampaio (1999), por sua vez, discorre sobre o fato de ser de comum acordo que, para o bom desempenho, é necessário determinar perspectivas futuras desejáveis para a empresa. Dessa forma, os profissionais da direção têm o dever de projetar e construir a estrutura organizacional de sua empresa. Para isso, faz-se necessário o desempenho de muitas atividades e esforços para a produção de bens e serviços, promovendo as pessoas e demais recursos disponíveis. Isto implica na centralização de esforços a fim de que sejam alcançadas as perspectivas futuras imaginadas e desejadas.

Porter (1999) já parte para o princípio da estratégia competitiva, afirmando que esta é a procura deliberada por um conjunto diferente de atividades para a produção e o fornecimento de uma mistura única de valores. Além de relacionar a estratégia competitiva com atividades empreendedoras, Porter (1999), porém, aborda uma definição um pouco peculiar de estratégia, descrevendo-a como sendo a criação de um ajuste entre as atividades. Segundo ele, o sucesso de uma estratégia depende

de se realizar bem diversas atividades e de integrá-las. Caso não exista ajuste entre as atividades, não existirá uma sustentação adequada para esta estratégia.

2.2.2 Estratégia Tecnológica

Pode-se dizer que a estratégia tecnológica poderia posicionar-se genericamente ao mesmo plano de manufatura; que seria uma estratégia funcional decorrente da estratégia competitiva da empresa, e, de um modo geral, do planejamento estratégico da mesma.

Segundo Porter (1992), “a estratégia de tecnologia é o método de uma empresa para o desenvolvimento e o uso de tecnologia. Embora ela abranja o papel de organizações formais de P&D, também deve ser mais ampla devido ao impacto penetrante da tecnologia sobre a cadeia de valores.” Segundo este mesmo autor, a estratégia tecnológica deve abordar três questões gerais:

- as tecnologias a serem desenvolvidas;
- se a liderança tecnológica deve ser buscada nestas tecnologias;
- o papel do licenciamento de tecnologia.

Alves Filho (1991) refere-se à estratégia tecnológica como os esforços, os meios e as ações das empresas no sentido de acumular capacidade para a mudança tecnológica. Esse esforço tecnológico constitui-se na procura consciente em utilizar informação tecnológica e conhecimento tecnológico para escolher, assimilar, adaptar ou criar tecnologia. Mais detalhadamente, esse esforço é necessário para avaliação e seleção da tecnologia, para adquirir e operar processos e produzir produtos, para administrar mudanças em produtos, processos, procedimentos e arranjos

organizacionais e, ainda, criar nova tecnologia. O principal mecanismo para isto seriam os esforços de P&D.

Assim como no estudo de Alves Filho (1991), a estratégia tecnológica será considerada, portanto, como os esforços e ações da empresa no sentido de ampliar sua capacitação tecnológica, tanto no âmbito das atividades de P&D como nas demais áreas da empresa (incluindo projeto e desenvolvimento do produto, processos e fabricação e ainda gestão da produção), para a implementação da mudança tecnológica, ou seja, para a implantação de tecnologias novas à empresa.

2.2.3 Estratégia tecnológica e vantagem competitiva

A estratégia tecnológica deve ser reforçada por funções e atividades constantemente. Porter (1992), afirma que como a transformação tecnológica tem poder para influenciar a estrutura industrial e a vantagem competitiva, a estratégia tecnológica de uma empresa torna-se um ingrediente essencial em sua estratégia competitiva geral. O autor exemplifica tal afirmação, dizendo que “uma estratégia de tecnologia projetada para alcançar diferenciação no desempenho do produto perderá muito do seu impacto se, por exemplo, uma força de vendas com treinamento técnico não estiver disponível para explicar as vantagens do desempenho ao comprador e se o processo de fabricação não contar com disposições adequadas para o controle de qualidade”.

No âmago de uma estratégia tecnológica está o tipo de vantagem competitiva que uma empresa está tentando alcançar. As tecnologias a serem desenvolvidas são aquelas que prestam a maior contribuição para a estratégia genérica de uma empresa, comparadas à probabilidade de sucesso do seu desenvolvimento. A estratégia

tecnológica constitui-se de um veículo potencialmente poderoso com que a empresa pode seguir sua estratégia geral, desde que os esforços tecnológicos estejam condizentes com a última (PORTER, 1992).

Exemplificando, Porter (1992) afirma que “um programa de P&D de um líder em custo deve incluir uma alta dose de projetos elaborados para reduzirem o custo em todas as atividades de valor que representem uma fração significativa do custo, bem como projetos para reduzir o custo do projeto do produto através da engenharia de valor”. A partir deste ponto, pode-se concluir que a P&D feita por um líder no custo em relação ao desempenho do produto deve objetivar a manutenção de uma igualdade com concorrentes, e não o acréscimo de novas particularidades dispendiosas. Caso isso acontecesse, as metas da estratégia tecnológica estariam incoerentes com a estratégia geral da empresa.

2.2.4 Classificação das estratégias tecnológicas

As estratégias tecnológicas, visando os objetivos da empresa, podem ser classificadas quanto ao seu comportamento, ou quanto ao padrão predominante de comportamento, relacionando-o à introdução de novos produtos e processos de produção. Isto irá caracterizá-las em relação ao comportamento de outras empresas.

Cada empresa pode ter diferentes estratégias tecnológicas para manter-se competitiva em relação às demais, pois cada uma possui diferentes capacidades tecnológicas que, em função desses fatores, obterão diferentes desempenhos no mercado.

Pode-se dizer ainda que nem sempre a empresa poderá estabelecer qualquer tipo de estratégia, pois a estratégia a adotar será também função integrante das funções e atividades disponíveis nas empresas.

Para tratar do comportamento de empresas industriais, no que se refere à questão de tecnologia, serão adotadas as seguintes tipologias de estratégias tecnológicas, levando em consideração o ambiente onde as empresas atuam e as atividades científicas e técnicas que realizam (FREEMAN, 1974).

Estratégia ofensiva ou inovadora

Visa atingir liderança tecnológica e de mercado, estando na frente de seus concorrentes na introdução de novos produtos e processos. Para isso, faz-se necessário que a empresa possua um alto nível de desenvolvimento em todos os setores, principalmente P&D. Essa capacidade tecnológica avançada é que tenderá a ser transferida para as demais empresas.

Para a indústria de semicondutores, pode-se supor que esta estratégia tecnológica, embora seja aquela que possivelmente é mais utilizada, poderá ser muito perigosa, pois em muitos casos não será possível arcar com as consequências financeiras geradas pelo possível insucesso dos processos inovadores.

Estratégia defensiva

É adotada pelas empresas que, embora possuam grandes conhecimentos tecnológicos e de mercado, sempre acompanhando as mudanças, não visam ser líderes. Na verdade, pretendem aprender com os erros dos líderes. Esta estratégia de evitar grandes riscos é típica em oligopólios.

Estratégia imitativa

A empresa possui capacitação tecnológica intermediária. Apesar do interesse em mudanças tecnológicas, ela se satisfaz em seguir o caminho dos líderes em tecnologia já estabelecida. É uma estratégia comum entre as empresas protegidas por barreiras alfandegárias e com um mercado cativo.

Estratégia dependente

É uma estratégia em que modificações apenas ocorrem por demandas específicas de consumidores ou de empresas-matrizes. É encontrada entre subsidiárias de multinacionais, ou então, entre as empresas satélites de determinados setores.

Estratégia tradicional

Neste caso, o mercado não exige e as empresas não se interessam por mudanças tecnológicas drásticas. Os produtos sofrem pouca ou nenhuma mudança, mas sobrevivem num mercado estável como, por exemplo, as empresas de setores tradicionais, como vestuário e alimentação.

Estratégia oportunista

Consiste em perceber uma oportunidade de mercado (que vive sob mudanças contantes), a qual não exigiria muita capacidade tecnológica. Seriam as empresas que aplicam “novas tecnologias”, que inovam produtos simples e diversos.

Cabe ressaltar aqui que as estratégias tecnológicas adotadas pelas empresas podem mudar. Segundo este princípio, uma classificação hoje poderá não necessariamente ser verdadeira no futuro.

Funções e atividades para implantação e formulação da estratégia tecnológica são encontrados em Freeman (1974), onde é possível considerar como recursos da firma para a formulação de uma estratégia:

- a) pesquisa básica ou fundamental;
- b) pesquisa aplicada;
- c) desenvolvimento experimental;
- d) engenharia de projeto (*design engineering*);
- e) engenharia de produção e controle de qualidade;
- f) serviços técnicos;
- g) patentes
- h) informações técnicas e científicas;
- i) educação e treinamento de pessoal técnico e administrativo;
- j) planejamento de longo prazo e planejamento do produto.

Para cada uma das estratégias apresentadas por Freeman (1974), deve-se utilizar um número maior ou menor das funções e atividades acima. Além disso, cada uma das atividades pode ser utilizada em quantidade e “qualidade” maior ou menor, o que significa ser possível escalar ou graduar a qualidade e a intensidade com que um recurso é empregado.

Assim sendo, cada uma das estratégias pode ir de 1 (inexistente) a 5 (muito forte), o que permitiria dar aos modelos e estratégias do autor uma representação visual.

Tabela I: Níveis de atividade por estratégia tecnológica

	Ofensiva	Defensiva	Imitativa	Dependente	Tradicional	Oportunista
a	4	2	1	1	1	1
b	5	3	2	1	1	1
c	5	5	3	2	1	1
d	5	5	4	3	1	1
e	4	4	5	5	5	1
f	5	3	2	1	1	1
g	5	4	2	1	1	1
h	4	5	5	3	1	5
i	4	4	3	3	1	1
j	5	4	3	2	1	5

Fonte: BERTERO (1977) & FREEMAN (1974) *apud* SAMPAIO (1996).

2.2.5. A importância da avaliação da estratégia tecnológica

A implantação de uma estratégia tecnológica requer uma série de planos e ações (funções e atividades) sejam desenvolvidas, por exemplo, treinamento, obtenção e interpretação de informações do sistema produtivo e técnicas de gestão de produção. A escolha e desenvolvimento desses planos e ações, por sua vez, dependem dos tipos de mudança tecnológica que a empresa pretende adotar:

- modificação ou introdução de materiais;
- desenvolvimento, aperfeiçoamento ou adaptação de novos produtos e processos;
- mudança no projeto e escala dos equipamentos e da unidade produtiva;
- ampliação da capacidade produtiva;
- mudanças na organização da produção e do trabalho;
- aperfeiçoamento dos sistemas de controle.

A estratégia tecnológica implementada, além de requerer a busca contínua de informações externas à empresa, deve também ser acompanhada por uma avaliação dos riscos e de desempenho, porque nem sempre a estratégia tecnológica adotada pela empresa pode alcançar os resultados esperados e também não há como administrar algo, sem que seja possível medir. Logo, sistemas de avaliação devem fazer parte da estratégia tecnológica também. No caso das empresas bem sucedidas, a avaliação do desempenho e o compromisso com um aperfeiçoamento contínuo são partes inerentes da estratégia tecnológica.

2.3 O ambiente econômico

Sampaio (1996) evidencia que a estratégia tecnológica sofre estímulos e pressões tanto por parte do ambiente tecnológico, como por parte do ambiente econômico. Dahlman, Ross-Larson e Westphal (1987) *apud* Alves Filho (1991) afirmam que o ambiente é constituído por incentivos e penalidades que encorajam as empresas a buscar a eficiência produtiva, denotada como sendo a melhor combinação entre insumos e preços relativos, e eficiência alocativa. Ainda segundo estes autores, o ambiente ideal deve fornecer incentivos e penalidades que levem as empresas a se engajar em esforços sistemáticos para aumentar a produtividade, principalmente através de esforços tecnológicos que gerem ou melhorem tecnologias e aprimorem o uso da tecnologia, de modo a possibilitar a capacitação tecnológica adicional de produção, de investimento e de inovação.

Diversos são os itens relacionados com incentivos e pressões do ambiente econômico que favorecem ou influenciam a estratégia tecnológica de uma empresa na direção e ritmo de uma mudança tecnológica:

- comércio internacional;
- políticas industriais;
- mercados consumidores (demanda);
- estrutura de mercado;
- fase do ciclo de vida do produto;
- políticas de precificação.

2.4 O ambiente tecnológico

Segundo Bell, Ross-Larson & Westphal, (1984) *apud* Alves Filho (1991), as empresas realizam as atividades relacionadas com a estratégia tecnológica ou por incentivos / pressões de mudança no ambiente, ou, sistematicamente, através da avaliação de seu desempenho. Os mesmos autores afirmam que a própria sequência das atividades ligadas ‘a estratégia tecnológica são parcialmente determinadas por fatores externos: “Para uma firma, as decisões sobre capacitações a serem desenvolvidas e sua ordem de desenvolvimento dependem de seus planos, da tecnologia e do tamanho e crescimento de mercado”.

Ambiente tecnológico será aqui denominado como sendo a totalidade das características próprias da tecnologia de um setor específico da economia (tanto de produto, como de processo e de gestão da produção), abrangendo assim sua evolução, difusão, teste e implantação de alternativas, eficiência e desempenho relativos das diversas alternativas, e, finalmente, as últimas ações no sentido do aperfeiçoamento da tecnologia.

As direções da estratégia tecnológica e das mudanças tecnológicas são condicionadas em grande parte pela fase de do ciclo de vida do produto, pela

concepção de projeto dominante e pela trajetória tecnológica da empresa, considerando suas restrições e gargalos (UTTERBACK, 1994). A tomada de decisão acerca das direções e do ritmo das mudanças e a escolha das formas possíveis de acumulação tecnológica, ambas fortemente condicionadas pelo ambiente econômico e tecnológico e pelo atual estado da capacitação tecnológica da empresa, definem então a gama de problemas relacionados com a estratégia tecnológica da mesma (ALVES FILHO, 1991).

Seria possível afirmar, supondo um conjunto de empresas inter-relacionadas, que o ambiente deve ser considerado invariante, ou seja, é praticamente o mesmo para todas estas empresas. Entretanto, a análise deste ambiente é fundamental. Primeiramente porque as características estruturais forjadas ao longo do tempo são, em parte, reflexo das características individuais de cada firma, e também porque o mesmo ambiente é passível de influenciar diferentemente o mesmo conjunto de empresas. Outro ponto importante, é que ambientes de diferentes setores industriais, ou de um mesmo setor industrial em diferentes países, são significativamente distintos, e afetam as estratégias tecnológicas das empresas (PAVITT e PATEL, 1988 *apud* ALVES FILHO, 1991).

2.5 A mudança tecnológica como fator estratégico

Em um ambiente dinâmico, a previsão do desempenho de quaisquer atividades que apresentem alto grau de incerteza, como é o caso da implantação de uma mudança tecnológica, é uma tarefa extremamente complexa e com uma chance muito grande de falhas.

Alves Filho (1991) coloca que o insucesso de uma estratégia tecnológica, por exemplo, e a conseqüente difusão de mudanças tecnológicas, pode modificar significativamente os resultados de uma empresa ao longo do tempo, reduzindo inclusive seus benefícios iniciais. O fato é que os benefícios de uma mudança tecnológica podem ocorrer em instantes diferentes e em graus diferentes, sendo que os resultados esperados são quase sempre diferentes dos atingidos. O autor coloca também que seguindo esta linha de raciocínio, é praticamente impossível garantir que uma mesma mudança tecnológica, implantada em ocasiões diferentes, acabe produzindo os mesmos resultados, mas é possível perceber, contudo, que atividades ligadas à capacitação da produção apresentam um grau de incerteza significativamente inferior do que aquelas relacionadas com a capacitação para mudança tecnológica. Outro ponto ressaltado pelo autor é que qualquer mudança tecnológica introduzida na fase de maturidade de um sistema de produção deverá apresentar grau de incerteza menor do que se fosse introduzida em uma das fases anteriores de seu desenvolvimento.

Partindo destes pressupostos, é possível colocar que uma empresa que decida pela introdução de mudanças tecnológicas a uma taxa alta em relação a seus concorrentes, pode ser considerada uma empresa mais propícia ao risco, isto é, uma empresa que tem consciência de que poderá obter resultados muito favoráveis ou extremamente desfavoráveis. Da mesma forma, uma empresa que introduza mudanças tecnológicas em um ritmo menor que seus concorrentes, pode ser considerada uma empresa com relativa aversão ao risco. Estes julgamentos podem ser ampliados quando são analisadas as três categorias de mudanças tecnológicas propostas. Em se tratando de inovações originais, o grau de incerteza é muito maior

do que nos outros dois casos, e decai à medida que passamos por imitação criativa e imitação duplicativa.

Estrategicamente, qualquer mudança tecnológica é implantada para atingir objetivos específicos, sempre com o intuito de elevar o posicionamento competitivo da empresa (UTTERBACK, 1994). No entanto, estes objetivos são distintos, de acordo com a categoria da mudança tecnológica (ALVES FILHO, 1991). Na área de produto, os objetivos imediatos seriam:

- a melhoria da qualidade do projeto;
- a agilização da elaboração de projetos;
- a redução de recursos para projetos;
- a melhoria da qualidade do produto;
- a padronização e intercambialidade;
- a redução ou ampliação da linha de produtos;
- a modificação estética;
- a facilidade de produção, uso ou manutenção.

As mudanças em processo são menos acessíveis no mercado, pois as empresas procuram mantê-las como vantagens competitivas, e objetivam:

- o aumento da produção;
- o aumento da produtividade;
- a melhoria da qualidade de conformação;
- a redução de perdas;
- a redução do tempo de produção;
- a redução do tempo de *setup*;
- a diminuição do risco de acidentes.

Dependendo das mudanças tecnológicas escolhidas, atividades relacionadas com a implantação das mesmas devem ser exaustivamente planejadas, como investimentos, estudos e pesquisas, treinamentos e contratações. Alves filho (1991) ainda menciona o fato de que alguns trabalhos setoriais realizados indicam que as mudanças tecnológicas têm ocorrido em ambas as áreas (produto e processo), mas com diferentes graus de importância e prioridade em cada setor, em função da fase do ciclo de vida em que o setor se encontra, do tipo de sistema de produção mais comumente encontrado (contínua ou intermitente), da composição do capital, entre outros fatores.

Outro ponto relevante é a mudança tecnológica como fator estratégico para a cadeia de produção. Assumpção (2003) coloca que as empresas devem, na cadeia produtiva, buscar o desenvolvimento de uma sinergia para acomodar as mudanças tecnológicas ao longo da mesma. Isso significa que, de certa forma, as empresas que compõe a cadeia produtiva devem adequar o ritmo de implantação de mudanças umas às outras e, numa extrapolação da idéia de redes de cooperação, realizar esforços tecnológicos conjuntos para desenvolver novas tecnologias benéficas para a cadeia, independentemente de qual empresa será a mais beneficiada.

Além disso, temos a mudança tecnológica causando impacto em um arranjo produtivo local (APL), tema muito relevante atualmente. Souza, Eler & Arica (2003) colocam que existem fortes vínculos entre os fatores de mudança tecnológica e seus efeitos na dinâmica competitiva do arranjo produtivo local e o processo de estratificação em grupos dos mesmos. Segundo os autores, a mudança tecnológica é um fator determinante do nível de competitividade das empresas, e pode ser ainda um fator decisivo para a segmentação das empresas de um mesmo arranjo.

2.6 Modelos de avaliação da mudança tecnológica

Neste trabalho, busca-se a adequação de um modelo de avaliação da mudança tecnológica, para poder avaliar qualitativamente, no mínimo, a mudança tecnológica entre os fabricantes nacionais de semicondutores. Embora não existam muitos modelos do tipo, e alguns inclusive terem sido desenvolvidos para avaliação da estratégia tecnológica, foi possível destacar dois modelos já utilizados, e um modelo que pode ser extraído do próprio questionário utilizado nas entrevistas.

Alves Filho (1991) desenvolveu uma análise qualitativa de três dimensões na indústria de calçados: estratégia tecnológica, desempenho e mudança tecnológica. O autor elaborou um diagrama esquemático que mostrava a relação entre estas três dimensões, que é mostrado na figura a seguir.

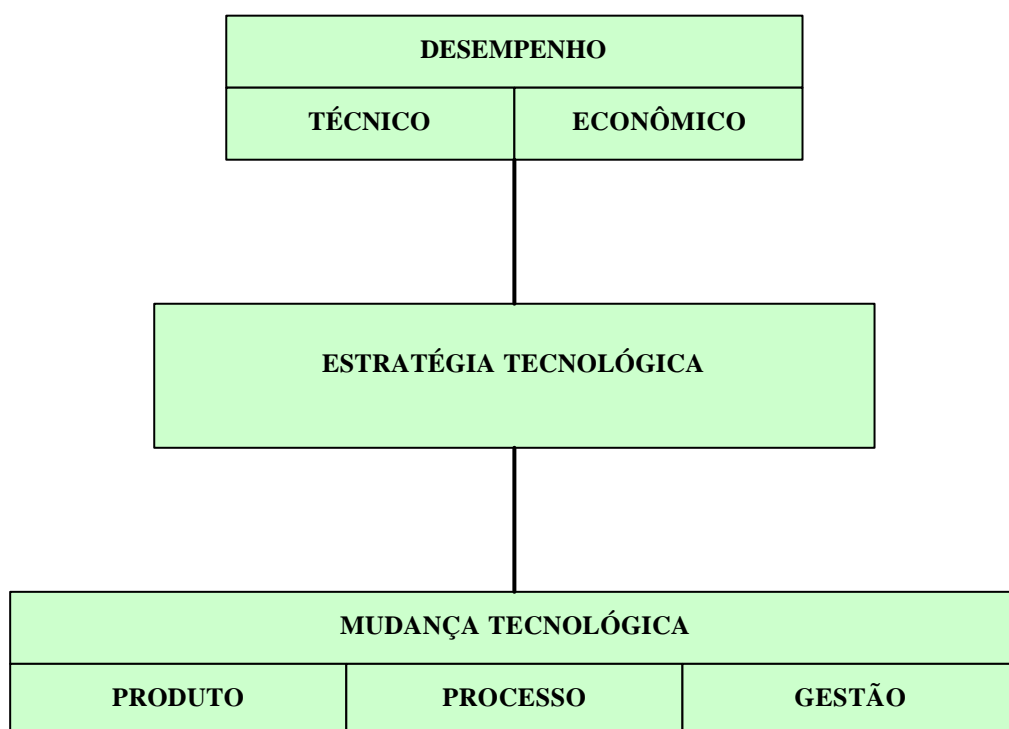


Fig 2.1 – Relação entre as dimensões, adaptado de ALVES FILHO, 1991

Interessante notar que no modelo do autor, as dimensões da mudança tecnológica eram três, sendo incluída, além das dimensões “produto” e “processo”, a dimensão “gestão e organização da produção”, que não será abordada neste trabalho, conforme explicado anteriormente. Os objetivos visados por este tipo de mudança tecnológica seriam, por exemplo, o aperfeiçoamento dos sistemas de informação para planejamento e controle da produção, o aperfeiçoamento dos métodos, da organização e das condições de trabalho, a motivação dos trabalhadores e o aperfeiçoamento do processo de alocação e utilização dos recursos, tudo isso resultando, de certa forma, num aumento de produtividade (ALVES FILHO, 1991).

Neste modelo, supõe-se, porém, que possa haver um certo equívoco, ou limitação na elaboração do mesmo. Não há dúvidas de que o modelo está correto da forma que está, mas contesta-se o fato de a estratégia tecnológica estar nesta posição. De certa forma, os fatores condicionantes da estratégia tecnológica não são as mudanças tecnológicas, mas sim o contexto geral no qual a empresa se encontra. A classificação utilizada por Freeman (1974) considera a velocidade de introdução e a quantidade de mudanças introduzidas, mas haveria aí um outro sentido: a classificação da estratégia tecnológica da empresa é determinada em função das mudanças tecnológicas, mas a adoção da estratégia tecnológica por parte da empresa é resultante de um contexto maior, de certa forma a conjuntura econômica naquele momento.

Da mesma forma, o que efetivamente influencia o desempenho da empresa não é a estratégia tecnológica, mas sim as mudanças tecnológicas da empresa. Schumpeter (1961) refere-se ao processo de destruição criadora, designando-o como um processo em que as mudanças vão revolucionando a estrutura a partir de dentro, e

Shikida & Bacha (1998) colocam que diversos autores também já discorreram sobre o modelo schumpeteriano, colocando as mudanças como o agente que afeta a empresa como um todo.

A afirmação também é válida no caso da estratégia geral da empresa, em que os agentes que realmente afetarão o desempenho da mesma serão as ações tomadas que derivaram daquela estratégia (WILD, 1977). Chandler (1962), similarmente, também analisa as questões da estratégia e da estrutura, colocando que a segunda é afetada pelas ações derivadas da primeira. Apesar disso, num contexto mais geral, não é errado afirmar que a estratégia influencia o desempenho.

Coloca-se aqui, portanto, esta ressalva de que, o modelo mais correto para a representação das dimensões estratégia tecnológica, mudança tecnológica e desempenho seria um modelo como o da figura a seguir.

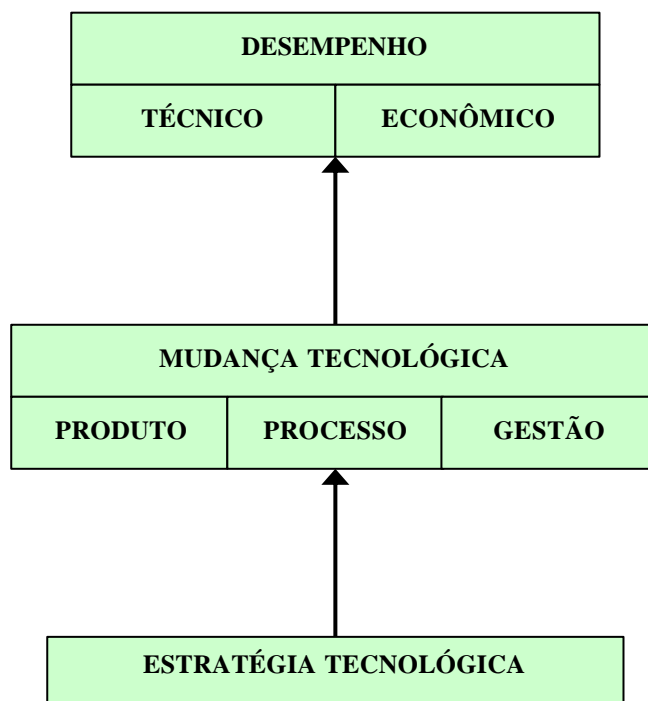


Fig. 2.2 – Novo modelo da relação entre as dimensões, adaptado pelo autor a partir de ALVES FILHO, 1991.

Referindo-se agora estritamente à análise das mudanças tecnológicas, Alves Filho (1991) buscou principalmente analisar como a mudança tecnológica alterava as características do sistema de produção em si, levando-o a um modelo de produção mais fordista ou mais flexível. Dessa forma, o autor classificou as empresas como tendo uma mudança tecnológica que a direcionava para o fordismo ou para a flexibilidade. Este tipo de modelo, porém, não será passível de utilização, visto que, na indústria de semicondutores, o modelo de produção mais utilizado, conforme será visto, é o voltado para flexibilidade, embora isto de maneira nenhuma signifique produção em pequena escala.

Sampaio (1999), apesar de também se preocupar com as mesmas dimensões (estratégia tecnológica, mudança tecnológica e desempenho), desta vez na indústria têxtil, colocou um nível de avaliação mais abrangente, verificando se as mudanças tecnológicas estavam direcionadas para uma das quatro categorias:

- reorganização da empresa, sendo esta no sentido de especialização em um determinado nicho de produtos;
- modernização da fábrica;
- estabelecimento de relações de parceria, normalmente com uma readequação nas linhas de produto e nos processos;
- inovação na gestão.

Esta última classificação também é fruto da utilização da mudança tecnológica no contexto da “gestão e organização da produção”. Este modelo já é muito mais propício à utilização, caso seja excluída esta última categoria, já que este trabalho contemplará somente mudanças tecnológicas em produtos e processos.

O terceiro modelo é encontrado no questionário utilizado no projeto Diretório da Pesquisa Privada e também utilizado nesta pesquisa. Nele, Furtado et al (2002) permitem ao entrevistado avaliar quantitativamente o impacto da mudança tecnológica, numa escala de 1 a 4, sobre os seguintes itens:

- ampliação das vendas no mercado interno;
- desenvolvimento de novos mercados;
- aumento das exportações;
- diversificação da linha de produtos;
- melhora da qualidade dos produtos;
- redução de custos;
- redução de danos ambientais;
- enquadramento em regulações / normas;
- adequação às condições da demanda / cliente;
- melhorar a segurança no trabalho.

Furtado et al (2002) também propõe avaliações qualitativas sobre as mudanças. Referindo-se às mudanças no produto, os autores propõem que as mudanças podem ser classificadas em mudanças que representam alteração completa nas características fundamentais do produto, mudanças que representam melhoria das características fundamentais do produto e mudanças sem alterações nestas características. Sobre mudanças em processos, os autores não propõem nenhuma classificação que será utilizada no trabalho, sendo elas referentes ao local de desenvolvimento da mudança e por quem foi gerada (pela própria empresa, pela matriz, por terceiros ou em parceria com outros agentes).

Acredita-se que estes modelos já possibilitam que uma análise adequada das mudanças na indústria de semicondutores seja efetuada, mais qualitativamente do que quantitativamente, mas de nenhum modo menos apropriada ou eficaz.

3. A indústria de semicondutores

3.1 Os componentes semicondutores

Em 1947, no Bell Labs, Estados Unidos, nasciam os componentes semicondutores na forma do transistor. Os engenheiros da empresa objetivavam o descobrimento de um dispositivo que fosse capaz de desempenhar o papel de diodo das válvulas, transmitindo corrente elétrica em somente um sentido, mas sem os inconvenientes e problemas destas, como consumo de eletricidade em excesso e, muito mais importante, baixa confiabilidade.

A primeira solução foi possibilitada através da utilização de uma peça de germânio e contatos de ouro: este foi o primeiro diodo semicondutor. A Texas Instruments, posteriormente, passou a utilizar o silício como material semicondutor, e este acabou mostrando-se muito melhor às necessidades do produto, sendo utilizado em larga escala até os dias de hoje (SHINTATE, 2002).

A invenção do transistor possibilitou que problemas de aquecimento e confiabilidade das válvulas fossem superados. Com a expansão destas possibilidades, e o conseqüente desenvolvimento dos primeiros computadores, os circuitos tornaram-se cada vez mais complexos, e passaram a exigir centenas de milhares de soldas de componentes ao longo do processo de fabricação.

Para superar esta dificuldade, em 1958 foi desenvolvido independentemente por Jack Kilby, na Texas Instruments, o circuito integrado, que consiste de um circuito no qual diversos componentes, como transistores, diodos, resistores e capacitores, eram acoplados e fabricados sobre um único fragmento de silício e posteriormente encapsulados, podendo ser inserido em uma placa de circuito, seja por soquete ou por solda. Desta forma, o circuito integrado era capaz de substituir,

com uma única solda, milhares de soldas decorrentes da inserção de componentes nas placas (SERWAY, 1996).

Serway (1996) afirma que na época do descobrimento, o circuito integrado foi chamado de “a mais notável tecnologia que jamais atingiu a humanidade” e coloca a proposição de que os circuitos integrados dispararam uma segunda revolução industrial. De fato, hoje é possível encontrar estes pequenos dispositivos em uma ampla gama de produtos recentemente desenvolvidos ou melhorados, como computadores, relógios digitais, máquinas fotográficas, automóveis, veículos espaciais, robôs e em toda a sorte de redes de comunicação. O mesmo autor também coloca que o desenvolvimento dos computadores de alta velocidade foi diretamente resultante da invenção do circuito integrado, especialmente devido à miniaturização dos componentes, uma vez que com componentes menores, os sinais elétricos podem alcançar todos eles mais rapidamente.

3.2 A cadeia produtiva

Leachman & Leachman (2002), em seu estudo sobre a indústria de semicondutores, dividiram o processo produtivo em três etapas: projeto (*design*), fabricação (*production* em *foundries*) e encapsulamento e teste (*back-end*).

Na primeira etapa, o *design*, os componentes, suas interligações e suas respectivas posições dentro do circuito integrado são projetados. Esta fase é a determinante quanto às funcionalidades do circuito e deve ser realizada com base nas necessidades de utilização, capacitação técnica disponível e restrições econômicas do processo de fabricação. Atualmente, o projeto do circuito é totalmente eletrônico, sendo realizado em *softwares* como o SPICE (*Simulation Program with Integrated*

Circuits Emphasis – Programa de simulação com ênfase em circuitos integrados). O projeto se utiliza de bibliotecas com soluções e componentes pré-desenhados, muitas vezes fornecidos pelos fabricantes de componentes (SHINTATE, 2002).

As empresas ou núcleos dedicados ao projeto e aperfeiçoamento de circuitos integrados são chamadas de *design houses* (ou casas de projeto). Amaral et al (2002) coloca que o sucesso de uma *design house* está diretamente relacionado com seu nível de contato com os clientes e com quão intimamente relacionados estão seus projetos ao projeto do produto final. O mesmo autor afirma ainda que existem vários estágios no projeto de desenvolvimento de um circuito integrado, que podem ser realizados por uma ou mais *design houses* trabalhando em conjunto. Assim, é possível que estas se especializem em determinadas etapas do projeto.

A fabricação é a etapa na qual as definições e especificações do projeto são traduzidas na forma física de um circuito integrado ou *chip*. A matéria-prima para a fabricação são cilindros de silício cristalino com um índice de pureza de 99,9999%. Estes cilindros são cortados em discos muito finos, os chamados *wafers*, onde serão formados os circuitos. As especificações dos componentes elétricos e interligações são colocadas em máscaras através de litografia, que orientarão o processo de difusão de dopantes sobre o *wafer* de silício em camadas sucessivas.

Shintate (2002) coloca que os dois principais parâmetros de fabricação dos semicondutores são o diâmetro do *wafer* e a resolução do processo ou largura de circuito (ou canal), que determina a espessura mínima permitida das regiões dopadas do *wafer*.

De acordo com Leachman & Leachman (2002), o diâmetro do *wafer* determina a área onde podem ser difundidos componentes e o número de circuitos

integrados que são produzidos em cada *wafer*, dependendo ainda do tamanho do circuito. Os autores colocam que em um *wafer* de 8 polegadas (203mm) de diâmetro, pode-se fabricar 80 microprocessadores *Pentium IV*.

Já a resolução do processo determina a densidade de componentes no circuito integrado: quanto maior a resolução do processo, menor a largura do circuito e, conseqüentemente, maior a densidade de componentes. Atualmente, as larguras de circuito para componentes de ponta são da ordem de nanômetros (MENON, YAP & THONG, 2002)

A instalação industrial onde se dá o processo de difusão e fabricação dos semicondutores é chamada de *fab*, uma abreviação de *Semiconductor Fabrication Facility*, ou instalação para a fabricação de semicondutores, ou ainda *foundry*, referindo-se à fundição. Leachman & Leachman (2002) colocam que na fabricação dos semicondutores estão algumas das mais complexas operações de manufatura existentes no mundo, e o investimento necessário para uma *foundry* para fabricação de semicondutores em grande escala pode chegar a até US\$ 2 bilhões.

Amaral et al (2002) propõe três níveis de *foundries*, de acordo com o investimento requerido para o início da produção. Uma *foundry* de nível 1 requer dezenas de milhares de dólares para uma pequena escala de produção e prototipagem de pequenas séries, com tecnologia que não se situa no estado da arte litográfico. *Foundries* deste tipo enxergam oportunidades de inovação em segmentos não-convencionais, isto é, não necessariamente de sistemas eletrônicos, que também exigem a fabricação sobre materiais semicondutores e, portanto, devem estar capacitadas de forma flexível para atender mais de uma linha de produtos.

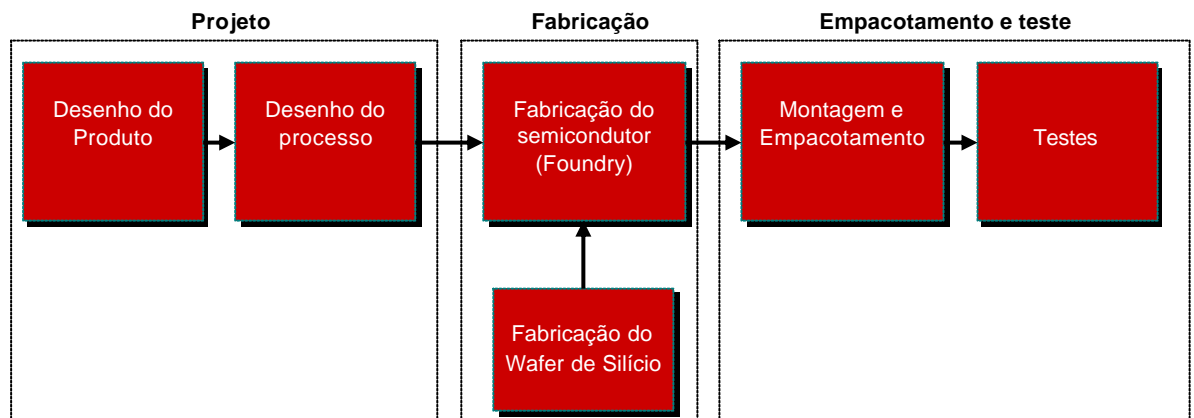
Foundries de nível 2 correspondem à maior parte das fábricas de lâminas no mundo, não sendo de última geração em todas as etapas do processo produtivo. Apenas em Taiwan, das 21 empresas que realizam a fabricação de lâminas de silício, 20 delas se enquadravam nesta categoria. O investimento requerido situa-se na faixa de US\$ 400 milhões, e o faturamento anual das empresas de semicondutores ativas neste segmento varia de US\$ 50 milhões a US\$ 500 milhões por ano. Comumente, estas investem em desenvolvimento de processos e na integração de equipamentos novos na planta para que se mantenham competitivas. O fator estratégico mais importante para estas empresas é o atendimento de segmentos de mercado especializados, como o automotivo e de sensores.

As *foundries* de nível 3 são justamente aquelas em que o investimento mínimo é de US\$ 1 bilhão, chegando normalmente a US\$ 2 bilhões. Estas caracterizam-se como mega-fábricas, com equipamentos de produção no estado-da-arte do processo e alto volume de produção, uma vez que tal investimento só poderia ser recuperado com larga escala de produção. Na atualidade, existem apenas duas famílias de produtos que possuem uma demanda projetada capaz de justificar com segurança os investimentos de uma *foundry* nível 3: os microprocessadores para computação pessoal/móvel e as memórias DRAM, que acompanham estes processadores nos sistemas. Empresas com fábricas deste porte consorciam-se para a pesquisa e desenvolvimento de inovações e tecnologias pré-competitivas que fazem avançar o estado-da-arte.

Após a produção dos circuitos integrados, para que estes possam efetivamente ser utilizados nas placas de circuito, é necessário que estes sejam encapsulados e testados. Esta etapa consiste na separação dos circuitos integrados individuais no

wafer, na colocação dos mesmos em cápsulas que possibilitem que os contatos elétricos do circuito integrado sejam conectados aos da placa de circuito, e no teste do semicondutor quanto à sua capacidade de funcionamento. Com o término desta etapa, o componente está pronto para utilização em placas de circuito de, por exemplo, telefones celulares e computadores.

Figura 3 – Etapas de produção de semicondutores



Fonte: Amato Neto et al (2002)

3.3 O mercado global de semicondutores

Shintate (2002) coloca que os componentes semicondutores têm hoje penetração direta ou indireta em praticamente todos os setores produtivos e aspectos da vida cotidiana, seja de maneira intensa e direta, como nos setores de informática, telecomunicações, eletrônica de consumo, ou de forma embutida (ou embarcada) como em automação industrial ou automóveis, ou ainda de maneira indireta, como no caso de produtos têxteis e alimentícios, onde os equipamentos eletrônicos estão presentes nas máquinas de fabricação e nos computadores que gerenciam a cadeia produtiva desde a fazenda até as lojas e supermercados.

A análise do cenário internacional da indústria de semicondutores indica algumas tendências principais. Amato Neto (2003) coloca que nos últimos 20 anos, a indústria eletrônica como um todo tem apresentado um crescimento amplamente superior à média verificada mundialmente na indústria de transformação. No período 1993/98, por exemplo, enquanto as vendas de produtos e sistemas eletrônicos cresciam a uma taxa anual média de 8,6%, a produção industrial mundial aumentava 3,2% a cada ano, em média.

Uma análise destes dados mostra a elevada elasticidade-renda apresentada pelos produtos do complexo eletrônico, já que, a despeito das fortes oscilações, as taxas de crescimento observadas superaram cerca de duas vezes e meia a expansão do produto industrial. A ampla difusão de dispositivos e equipamentos eletrônicos no consumo das famílias e nos diversos setores da atividade industrial e de serviços é capaz de justificar este fato.

Essa tendência de aumento da demanda por semicondutores deve se manter nos próximos anos, uma vez que a utilização desses componentes nos setores de informática, telecomunicações, automóveis (eletrônica embarcada, principalmente) e eletrônica de consumo só deve aumentar. O desenvolvimento de novas aplicações destes componentes e o aprimoramento da infra-estrutura tecnológica das várias economias em todo o mundo também deve contribuir de modo importante para a manutenção desses patamares de crescimento. Trata-se, portanto, de um processo mais geral pelo qual passou a indústria nas últimas décadas de aumento da importância do complexo eletrônico em produtos e processos produtivos, principalmente por meio da introdução generalizada de equipamentos e dispositivos microeletrônicos, entre eles os semicondutores (AMATO NETO, 2003).

Apesar de seu intenso dinamismo das últimas décadas, a indústria mundial de semicondutores atingiu um pico de vendas no ano de 2000, com um faturamento total de US\$ 203 bilhões. A partir daí, e nos anos subsequentes, o mercado mundial de semicondutores passou a apresentar uma forte retração, chegando em 2002 a US\$ 142 bilhões. Estima-se que o patamar alcançado em 2000 volte a ser atingido apenas em 2004, sendo que a taxa de crescimento esperado para o período 2002-2005 é de 15% (CULLEN, 2002 & WSTS, 2002 *apud* SHINTATE, 2002).

O dinamismo da demanda verificado até 1996 elevou as expectativas de investimento das principais empresas do setor, o que os fez realizar fortes investimentos na expansão de capacidade. As empresas aceleraram seus projetos, já que partiram de patamares superestimados em termos de demanda. Isso levou ao surgimento de expressivos excedentes na capacidade produtiva da indústria, que, em conjunto com o acirramento da concorrência na indústria, provocaram uma forte queda de preços. De acordo com Menon, Yap, & Thong (2002), a utilização ideal da capacidade instalada é de 85 a 95%, mas dados da Associação da Indústria de Semicondutores mostram que no ano de 2001 a utilização da capacidade esteve sempre abaixo de 80%.

Estas oscilações decorrem possivelmente de dois elementos principais, não excludentes, de acordo com Amato Neto et al (2002). Primeiro, podem ser função de oscilações igualmente bruscas da demanda por semicondutores, em que as empresas usuárias (basicamente dos setores de informática, equipamentos para telecomunicações, eletrônica de consumo e automóveis) ajustam suas compras de insumos de acordo com a demanda pelos seus produtos. É possível assumir assim uma relação de governança entre as empresas de semicondutores e seus usuários, já

que a produção desses componentes acaba sendo uma espécie de “colchão de amortecimento” das oscilações da demanda pelo produto final.

A estrutura de oferta do setor seria o segundo elemento que justificaria essas oscilações dos preços de semicondutores. Como se trata de um setor em que os processos produtivos ocorrem em plantas de escalas muito grandes, os investimentos das empresas do setor também são feitos em elevados montantes. Isso faz com que a oferta de semicondutores cresça em saltos, o que determina o descompasso com o crescimento da demanda e, portanto, as oscilações dos preços (AMATO NETO et al, 2002).

Para reforçar ainda mais este processo, verifica-se ainda uma tendência de elevação das escalas produtivas das plantas de semicondutores, o que provoca oscilações ainda maiores nos preços dos produtos. Para escapar dessas elevadas oscilações, as grandes empresas internacionais adotam basicamente duas estratégias (Amato Neto, 2003). A primeira é a tentativa de incorporação de atributos diferenciados aos seus produtos, seja por meio de elevados gastos em P&D, seja pela tentativa de atender exigências específicas de usuários. Isso fez com que as empresas buscassem intensificar os esforços inovadores, elevassem o montante de recursos destinados às atividades de P&D e estabelecessem alianças estratégicas com seus usuários. A segunda estratégia, mais utilizada pelos produtores de semicondutores *commoditizados*, consiste na subcontratação de partes do processo de produção junto a terceiros. Isso fez com que emergissem no período recente diversos novos atores na indústria, especialmente nos países asiáticos, que assumiram as tarefas ligadas ao processo de produção de semicondutores.

3.3.1 Segmentação do mercado de semicondutores

Shintate (2002) coloca que, embora os semicondutores sejam mais conhecidos como circuitos integrados, eles, na verdade, dividem-se em quatro tipos principais, que são:

- Circuitos Integrados: principal componente por valor;
- Componentes discretos: componentes semicondutores mais simples como os utilizados em fontes de alimentação e eletrônica de potência;
- Optoeletrônicos: componentes ópticos, utilizados especialmente em telecomunicações;
- Sensores: dispositivos de medição.

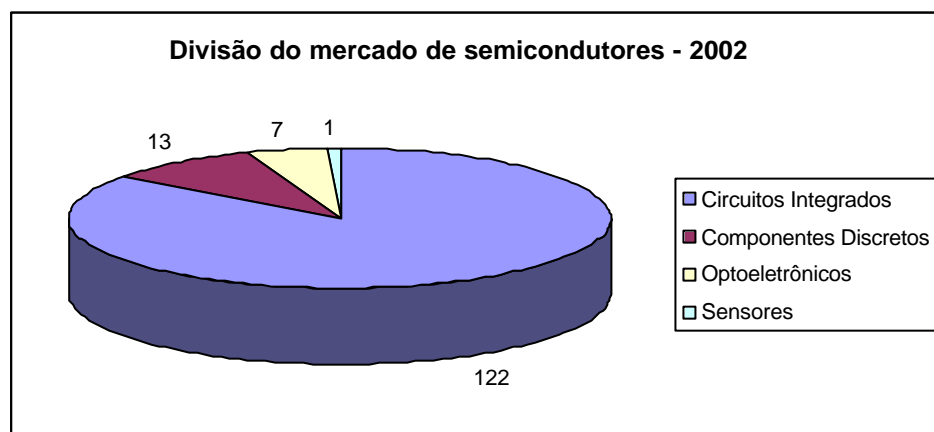
Os circuitos integrados, por sua vez, que representam a força que dirige o crescimento da indústria, são divididos em:

- Micrológica: são componentes como processadores de computadores, controladores dedicados e coprocessadores. Uma categoria importante são os processadores digitais de sinais, que incluem conversores analógico/digital e digital/analógico e processam sinais de áudio e vídeo.
- ASIC: circuitos integrados de aplicação específica; são dedicados e seu projeto é altamente padronizado. São utilizados nos mais variados dispositivos, como telecomunicações e *drives* de CD.
- Analógicos: circuitos integrados que lidam com sinais analógicos, como amplificadores, reguladores de tensão e alguns componentes específicos de áudio, vídeo e telecomunicações.

- Memórias: circuitos integrados que armazenam dados. Os mais utilizados são as memórias DRAM, utilizadas em computadores. Este tipo de CI é altamente padronizado e tem um comportamento semelhante a uma *commodity*.

Para o ano de 2002, o mercado de semicondutores dividiu-se da seguinte maneira, em relação ao faturamento de cada tipo:

Gráfico 1: Divisão do mercado de semicondutores por tipo, em US\$ bilhões

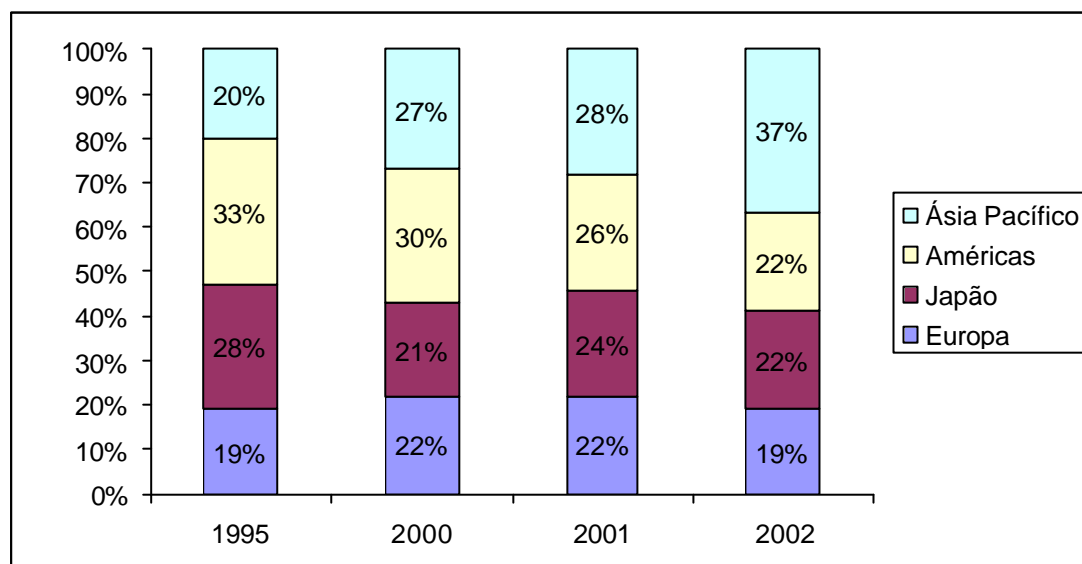


Fonte: Adaptado de WSTS (2002); MELO, RIOS & GUTIERREZ (2001) *apud* SHINTATE (2002).

A segmentação geográfica do mercado indica um claro deslocamento da produção de semicondutores para a região do Pacífico da Ásia, em detrimento dos tradicionais produtores como Estados Unidos, Europa e Japão. Dados apresentados por Leachman & Leachman (2002) mostram que a participação dessa região subiu de 4% em 1980 para 12% em 1990 e para 37% em 2002. Esse grande aumento da capacidade se deu pela participação de empresas locais, mesmo que em *joint-ventures* com as grandes empresas internacionais. Ainda segundo os mesmos autores, 39% da capacidade mundial instalada para a produção de semicondutores em 2001

era de propriedade de empresas de países da região do Pacífico Asiático. Essa mudança de cenário deve-se fundamentalmente às estratégias de desverticalização da produção de semicondutores pelas grandes empresas mundiais, que repassaram a terceiras partes dos processos de fabricação desses produtos. O gráfico abaixo mostra a evolução da produção nas diversas regiões do globo.

Gráfico 2: Evolução da divisão regional da produção de semicondutores

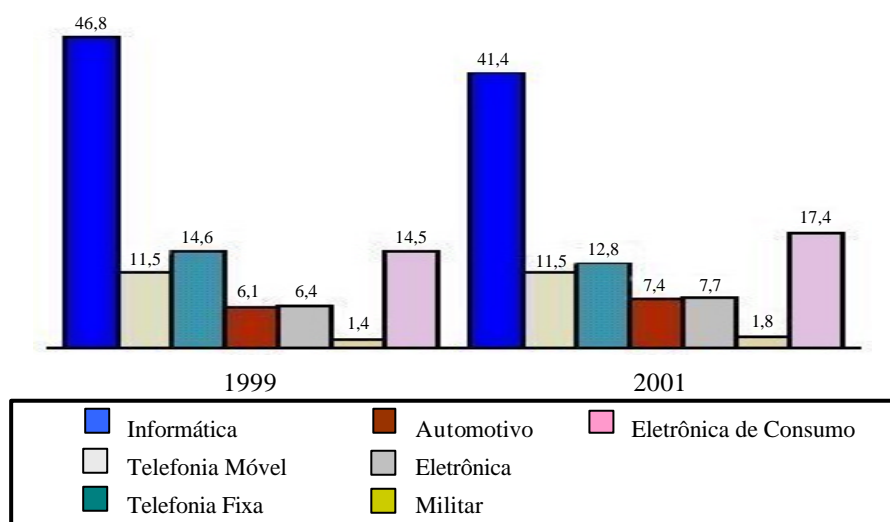


Fonte: Adaptado de WSTS (2002); MELO, RIOS & GUTIERREZ (2001) *apud* SHINTATE (2002).

Outro tipo de segmentação pode ser feito é aquele de acordo com o destino final da produção. Nesse sentido, seu principal setor usuário é o produtor de equipamentos para informática, que responde por cerca de 40% do consumo. Em seguida, o segundo principal destino da produção é a indústria de equipamentos para telecomunicações. Nos últimos anos, a importância das telecomunicações para o consumo de semicondutores vem aumentando, em detrimento dos setores de

eletrônica de consumo e de automação e controle industrial (Amato Neto, 2003). Isso significa dizer que a eletrônica embarcada em equipamentos em automação tem crescido menos que proporcionalmente à expansão dos outros usos desses componentes. Esse segmento responde por relevantes 6% da demanda por semicondutores. Tomando um período de três anos, de 1999 a 2001, é possível verificar as oscilações da demanda de cada um desses setores-destino. O gráfico abaixo mostra essa oscilação.

Gráfico 3: Evolução da aplicação dos semicondutores, em porcentagem do total.



Fonte: MENON, YAP & THONG (2002)

3.3.2 Principais agentes da indústria

A indústria de semicondutores se mostra relativamente concentrada, na medida em que os vinte maiores agentes do mercado respondem por aproximadamente 70% do faturamento do setor, conforme mostra a tabela 3. Dentre todos estes agentes, apenas a Samsung tem sua origem fora dos EUA, Japão e

Europa. Entretanto, conforme visto anteriormente, as companhias de vários países estão cada vez mais localizando suas operações de manufatura na região da Ásia Pacífico, contribuindo para o crescimento da produção de semicondutores da mesma.

Tabela III: Faturamento das 20 maiores empresas de semicondutores em 2001

	Empresa	Faturamento (US\$ bilhões)	Participação no mercado
1	Intel	23,5	15,5%
2	Toshiba	7,1	4,7%
3	STM	6,3	4,2%
4	Samsung	6,3	4,2%
5	Texas Instruments	6,0	3,9%
6	NEC	5,4	3,5%
7	Motorola	5,0	3,3%
8	Hitachi	4,7	3,1%
9	Infineon Technologies	4,5	3,0%
10	Philips	4,4	2,9%
11	IBM Microelectronics	3,9	2,6%
12	Fujitsu	3,9	2,5%
13	Mitsubishi	3,9	2,5%
14	AMD	3,7	2,4%
15	Agere (Lucent)	3,3	2,1%
16	Matsushita	2,9	1,9%
17	Sony	2,6	1,7%
18	Sharp	2,5	1,7%
19	Micron Technology	2,5	1,6%
20	Sanyo	2,4	1,6%
TOTAL		105,0	68,9%

Fonte: Amato Neto et al, 2002

3.3.3 Transformações recentes na indústria de semicondutores

A indústria de semicondutores apresentou uma forte verticalização no seu início, integrando as etapas de projeto, fabricação e encapsulamento e teste nas mesmas empresas, como é o caso das mais conhecidas (Intel, IBM, Texas Instruments, Motorola, NEC, AMD e Samsung). Entretanto, a partir dos anos 80, inicia-se um processo de desverticalização do setor, fragmentando a cadeia

produtiva. Surgem empresas de sucesso funcionando sem fábricas de *wafers*, as chamadas *fabless companies*, e mesmo *foundries* independentes, ou fabricantes de *chips* por contrato, que se especializam unicamente na produção de *chips*.

Esta tendência à desverticalização é reforçada pelas altas oscilações no mercado, pois ao transferir parte das atividades de fabricação para as *foundries* independentes, as empresas estão reduzindo seus riscos e sua própria necessidade de investimentos fixos altos em novas plantas. As plantas de difusão, por não terem vínculo com empresas verticalizadas, são favorecidas pela viabilização da produção de *chips* em menor escala: em determinadas situações, atendem simultaneamente a vários usuários diferentes em uma mesma lâmina (*wafer*), em um arranjo conhecido como *Multi-Purpose Wafer*, permitindo assim a obtenção de economias de escala e escopo (AMARAL et al, 2002).

Por razões estratégicas, porém, grandes empresas como a Intel e a AMD, fabricantes de microprocessadores, não aderem a essa tendência, e decidem manter seu modelo de negócio vertical, com o projeto interno e fabricação própria (Amaral et al, 2002). Para estes grandes agentes, a capacidade de fabricação não deve ser direcionada apenas para a manutenção de altos níveis de utilização que possibilitem o retorno do investimento, mas também é um valor estratégico para que a concorrência seja bloqueada e que fatias do mercado sejam capturadas sempre que houver demanda para tanto. Para a Intel, isto é particularmente verdadeiro, e a contínua expansão de sua capacidade de fabricação, apesar da recente queda no mercado, é uma prova: em 2002 a Intel inaugurou nos Estados Unidos uma nova planta que sozinha aumentará em 15% a capacidade instalada da empresa (SHINTATE, 2002).

Tomando como base estas tendências gerais, é possível estabelecer uma tipologia das estratégias das grandes empresas internacionais que atuam no setor (Amato Neto et al, 2002). Assim como toda tipologia, a aqui apresentada possui generalizações e insuficiências que emergem da tentativa de agrupar as estratégias dos principais atores globais. Três tipos básicos de estratégias de empresas produtoras de semicondutores são apresentados: empresas eletrônicas integradas, empresas independentes e as *foundries* prestadoras de serviços.

No primeiro tipo, o das empresas integradas, é possível encontrar empresas gigantescas e diversificadas com atividades variadas no complexo eletrônico. Nessas empresas, a produção de semicondutores está associada ao suprimento de fontes internas de demanda da empresa, mesmo que a montagem das placas seja realizada por terceiros. A marca do produto final é um elemento diferenciador no processo de concorrência e as formas de interação e cooperação com os usuários se dá quase que exclusivamente nas mudanças de padrão competitivo. Em geral, as empresas optam por instalar suas plantas produtivas na Ásia, enquanto a montagem dos produtos finais é espalhada pelo mundo, inclusive no Brasil. Essa é a estratégia típica das empresas japonesas e coreanas, tais como a Toshiba, Samsung, NEC, e Hitachi.

A segunda estratégia é a das empresas especializadas na produção de semicondutores e nas etapas finais do processo produtivo. Neste modelo, podem ser encontradas empresas de tamanhos muito variados, uma vez que as possibilidades de atendimento de nichos de mercado e de demandas específicas dos usuários são muito amplas. O principal requisito do processo de concorrência se dá na capacidade de estabelecimento de fortes interfaces com usuário. Para essas empresas, a marca exerce papel irrelevante, já que são bens intermediários, cuja diferenciação se dá na

capacidade de atendimento específico ao usuário. Em alguns casos, as empresas são controladas por grandes corporações do complexo eletrônico. Neste caso, é possível citar a francesa STMicroelectronics, a alemã Infineon, a holandesa Philips Microelectronics e a IBM Microelectronics.

Esta estratégia possui duas importantes variantes. A primeira se dá pela presença de pequenas empresas, que são especializadas em algumas fases do processo produtivo e atuam em nichos de mercado, atendendo necessidades específicas de usuários com pequena escala de produção. A segunda variante é dada pelas estratégias de um pequeno grupo de grandes empresas especializadas na produção de semicondutores. São empresas intensivas em tecnologia, já que realizam elevados gastos em P&D e, ao contrário do que normalmente ocorre entre os produtores de semicondutores, a importância da marca é muito grande. A Intel e a AMD se encaixam nesta categoria.

Finalmente, a terceira e última estratégia das empresas de semicondutores são as *foundries* independentes, que produzem predominantemente semicondutores *commoditizados*. Neste tipo de empresas é possível destacar a elevada importância das escalas de produção, muito mais no nível da planta do que no nível da corporação. Essas empresas surgiram recentemente, em virtude dos processos de terceirização da produção das organizações que atuam no complexo eletrônico. Um exemplo é a TSMC – *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company*.

3.3.4 Desverticalização na etapa de projeto

A tendência de desverticalização na indústria de semicondutores atingiu todas as etapas da cadeia produtiva, e não ocorre somente com as *foundries* independentes.

Na etapa de projeto, é possível encontrar empresas do tipo *design houses*, que também se enquadram na categoria de *fabless*, ou seja, que não possuem fábricas de lâminas (*wafers*). Amaral et al (2002) coloca que as *design houses* especializaram-se sobretudo em projetos de *chips* para o setor de telecomunicações e multimídia, a exemplo da Qualcomm, 3Com e Qlogic. Atualmente, esse é o segmento que mais cresce e agrega valor à cadeia de semicondutores.

Amaral et al (2002) ainda coloca que unidades independentes de projeto têm surgido também a partir de iniciativas de empresas internacionais para descentralização e especialização de grupos de pesquisa fora do núcleo corporativo ou do país sede da empresa. Este fato está diretamente ligado à escassez e à alta rotatividade de projetistas de semicondutores em todo o mundo. Os autores propõem ainda uma classificação para as *design houses*, que são encontradas na tabela IV.

Tabela IV: Classificação das empresas no segmento de projeto (Amaral et al, 2002)

TIPOS DE <i>DESIGN HOUSES</i>	CARACTERÍSTICAS
<p>DH 1</p> <p>Vinculadas / Verticalizadas</p>	Vinculadas a uma única empresa de semicondutores (com ou sem fab própria). Organizadas como grupos de engenharia de uma mesma empresa. Podem contratar DH3. Especializada por produto final.
<p>DH 2</p> <p>Independentes Integradoras</p>	Design house independente. Licencia ou contrata propriedade intelectual ou serviços de DH3.
<p>DH 3</p> <p>Independentes Prestadoras</p>	Fornecedora de módulos de propriedade intelectual e de <i>softwares</i> segundo especificações de DH1 ou DH2.
<p>EDA</p>	<i>Software houses</i> que fornecem <i>softwares</i> de automação do projeto de <i>chips</i> e sistemas para as <i>design houses</i> .

Estima-se que em 2005, diversas *design houses* do tipo DH 3 gerarão negócios acima de US\$ 1 bilhão (Amaral et al, 2002). Grande parte deste faturamento seria advindo da venda de serviços para os outros tipos de *design houses* (DH 1 e DH 2).

3.3.5 Desverticalização na etapa de encapsulamento e teste

Embora esta etapa fosse tradicionalmente realizada nas próprias empresas produtoras de *chips*, também aqui há uma tendência para a desverticalização, com o surgimento de empresas independentes de *back-end*, que requerem menores investimentos e são capazes de atuar mais próximas aos clientes. Estas empresas são encontradas predominantemente na Coreia e Taiwan, e existem inclusive no Brasil. É possível encontrar empresas que realizam tanto o *back-end* completo sob contrato para empresas de semicondutores, como apenas uma das etapas, ou encapsulamento, ou serviços de teste.

As empresas que não possuem fábricas de lâminas (*wafers*) são chamadas de *fabless*, e podem ser tanto *design houses*, como empresas que realizam a etapa de encapsulamento e teste. Sua participação relativa têm aumentado ao longo dos anos e já chega a 9,1% do faturamento total da indústria de semicondutores.

Tabela V – Faturamento das 10 maiores empresas *fabless* (Adaptado de Amaral et al, 2002)

Empresa	País	Faturamento em 2001 (US\$ milhões)
Qualcomm	Estados Unidos	1.240
Nvidia	Estados Unidos	1.210
Xilinx	Estados Unidos	1.150
Via	Taiwan	1.010
Broadcom	Estados Unidos	962
Altera	Estados Unidos	839
Cirrus Logic	Estados Unidos	534
ATI Technologies	Canadá	520
MediaTek	Taiwan	447
Qlogic	Estados Unidos	357
Total empresas <i>fabless</i>		12.890

Os segmentos mais importantes das empresas *fabless* são lógica programável (circuitos integrados padronizados para ASICs) e aplicações de mídia, como áudio e vídeo e comunicações. Interessante notar que das dez maiores empresas, oito se localizam na América do Norte e somente duas na região da Ásia Pacífico.

3.4 O mercado brasileiro

A implantação da indústria eletrônica no país foi iniciada na década de 60, com a montagem de eletrônicos de consumo a partir de componentes importados. A configuração do mercado eletrônico da época era bastante diferente da atual, sendo estes produtos de preço muito elevado e acesso apenas à pequenas parcelas da população. A criação da Zona Franca de Manaus em 1967 representou um estímulo

para a indústria eletrônica de consumo se estabelecer no norte do país, pois a legislação previa isenção total do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) e de 88% do II (Imposto de Importação), estimulando assim a montagem de produtos finais na Amazônia (decreto lei 288/67). Diretamente relacionado aos semicondutores tem-se em 1968 a fundação do Laboratório de Microeletrônica na Escola Politécnica da USP.

A partir dos anos 70, tem-se no Brasil uma expansão acelerada no mercado de bens de consumo duráveis, principalmente por causa da televisão a cores. Em 1976, ocorre em Campinas a instalação do CPqD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento) da Telebrás, que incumbe-se do desenvolvimento de novas tecnologias e equipamentos para a indústria de telecomunicações, e era financiado pelas operadoras do sistema Telebrás, *holding* estatal das telecomunicações no Brasil. As tecnologias ali desenvolvidas eram repassadas a fabricantes terceiros de equipamentos para telecomunicações, que por sua vez remuneravam o CPqD com o pagamento de *royalties* (SHINTATE, 2002).

No setor de informática, o crescimento acelerado, e as perspectivas de maior utilização de computadores de forma geral levaram à intervenção estatal através da Política Nacional de Informática, que estabeleceu a fabricação de microcomputadores apenas por empresas nacionais, sendo a partir de 1979 coordenada pela Secretaria Especial de Informática, numa tentativa de proteger a indústria nacional.

Com a expansão geográfica da indústria de semicondutores, e o rígido controle sobre as importações, devido à política de informática, a indústria de componentes se proliferou no Brasil, chegando em 1980 ao número de 23 empresas

fabricantes de componentes eletrônicos (Amaral et al, 2002). Entre as empresas estrangeiras, destacavam-se as americanas Philco, Texas Instruments e Fairchild, as européias Philips e Semikron e a japonesa NEC. Entre estas, somente a Philco e a Semikron realizavam a fase de fabricação dos componentes, sendo que as demais faziam exclusivamente a etapa de *back-end*. Mesmo com a presença destas empresas, já naquela época era discutida a necessidade estratégica de uma maior expansão da indústria microeletrônica no Brasil, de forma a viabilizar um aumento da competitividade internacional e do aprendizado tecnológico (Ripper, 1983 *apud* Shintate, 2002).

A indústria eletrônica de consumo já havia se transferido quase que em sua totalidade para a Zona Franca de Manaus, operando assim isoladamente em relação às indústrias de informática e telecomunicações, reduzindo a demanda agregada por componentes e impossibilitando uma homogeneidade das ações em âmbito nacional. No mercado de telecomunicações, por sua vez, ocorriam grandes transformações tecnológicas com a introdução das centrais eletrônicas de comutação. Diversos componentes para a rede de telecomunicações foram projetados pelo CPqD, sendo que ele chegou a desenvolver para as empresas a competência em projetos de ASICs, mesmo que a fabricação tivesse que ser contratada no exterior, uma vez que não havia *foudries* apropriadas para tal operação naquela época.

Numa tentativa de desenvolvimento da indústria de circuitos integrados, a Secretaria Especial de Informática restringiu as importações, limitando a entrada de investidores, e acabou por escolher três grupos nacionais para desenvolverem iniciativas de produção de circuitos integrados. Os grupos e suas respectivas empresas eram Itaú (Itautec / Itaucom), Docas (Elebra) e Sharp do Brasil (SID

Microeletrônica). Shintate (2002) coloca que apesar desta iniciativa, as dificuldades econômicas pelas quais o país passava na década de 80 acabou levando a estratégia de criação das indústrias de circuitos integrados ao fracasso. A Elebra chegou a faturar US\$ 500 milhões com a venda de produtos de informática, mas após abertura do mercado acabou fechando suas portas em 2001. A SID Microeletrônica chegou a constituir uma empresa de *design* (a Vértice) e a adquirir uma *foundry* da RCA, difundindo e encapsulando circuitos de baixa complexidade, mas encerrou suas atividades em 2000. A Itaucom acabou sendo a mais bem sucedida das três iniciativas, instalando uma atividade de encapsulamento de memórias, e mantém esta atividade, além de testar memórias DRAM fabricadas na Ásia.

3.4.1 A Lei de Informática

A indústria foi fortemente abalada no início do governo Collor com o fim da política de reserva de mercado e com a aprovação da chamada Lei de Informática (Lei 8248/91), que visava proteger a produção local de *hardware* (Amaral et al, 2002). Entre os bens e serviços que seriam abrangidos pela lei estavam componentes semicondutores e de natureza eletrônica, máquinas e equipamentos de técnica digital, programas de computadores e serviços técnicos associados aos itens anteriores. Entre seus benefícios, a lei previa:

- Isenção do IPI por 7 anos (até 1999) para bens de automação e informática fabricados no país (com valor agregado localmente);
- Dedução das despesas com P&D realizadas no Brasil até o limite de 50% do imposto de renda previsto;

- preferência em compras governamentais, ou seja, em caso de equivalência de técnica e preço, o governo daria preferência aos bens e serviços de informática desenvolvidos e produzidos localmente;

No entanto, somente as empresas que cumprissem o Processo Produtivo Básico (PPB) teriam direito a usufruir os benefícios da Lei de Informática. O PPB seria um conjunto mínimo de operações que deveriam ser feitos localmente. Para produtos de informática, o PPB consistia de:

- a) montagem e soldagem de todos os componentes nas placas de circuito impresso;
- b) montagem das partes elétricas e mecânicas desagregadas em nível básico de componentes;
- c) integração das placas de circuito impresso e das partes elétricas e mecânicas na montagem do produto final.
- d) gestão da qualidade e produtividade do processo e do produto final.

Entretanto, a definição do PPB se deu apenas em 1993, criando então um hiato temporal de dois anos que se mostrou letal para a indústria de componentes, na medida em que os incentivos estavam orientados para a montagem de bens finais e não de seus componentes. Uma vez que a lei não exigia índices mínimos de nacionalização para os produtos eletrônicos fabricados ou montados no Brasil, a lei acabava não estimulando a demanda por componentes semicondutores. Simultaneamente, a abrupta abertura comercial do país inviabilizava ainda mais a produção nacional de componentes eletrônicos (AMARAL et al, 2002).

As empresas estrangeiras foram as primeiras a desativar suas linhas de produção, e passaram a atender seus clientes no Brasil somente através de

importações. Em um período de apenas seis meses, cinco empresas encerraram sua produção local de semicondutores (fabricação e encapsulamento). As empresas nacionais, por sua vez, não tinham opção economicamente viável de transferir sua produção para o exterior, e perduraram por mais alguns anos. Atualmente existem apenas quatro empresas no Brasil que participam de alguma das três etapas da cadeia produtiva de semicondutores.

Neste contexto, os fabricantes de bens finais passaram a importar kits prontos para serem montados no país (Amaral et al, 2002). A importação de um kit passou a ser mais vantajosa para o montador final, já que permitia a redução de custo de engenharia própria e mesmo a simplificação da cadeia de suprimentos. Esses fatores vieram a inviabilizar o fornecimento de componentes individuais pelas empresas nacionais, mesmo daqueles produzidos em condições competitivas. Dessa forma, na década de 90, enquanto a produção de componentes eletrônicos sofria uma forte retração, a indústria de bens eletrônicos passava por um grande crescimento. Claramente, a falta de articulação entre as políticas tecnológica e industrial para os diversos setores do complexo eletrônico agravavam este quadro.

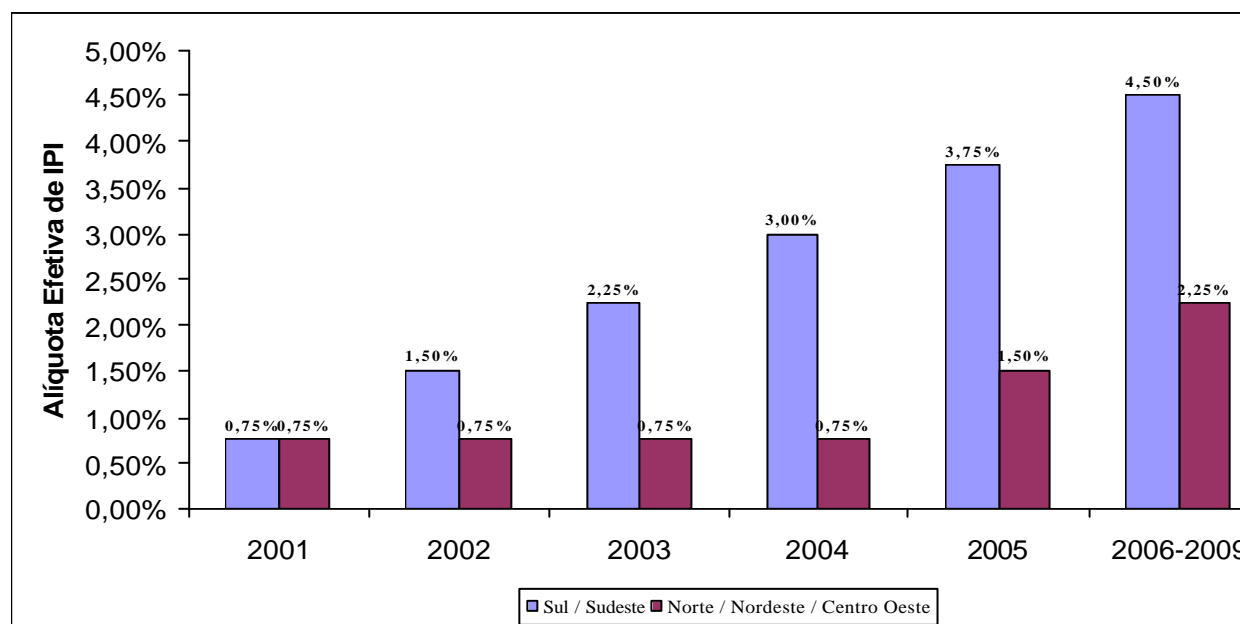
Este panorama contrastava com a situação de países de leste asiático, como Coreia, Malásia e Taiwan, que avançaram rapidamente na produção de componentes eletrônicos, embora partissem de patamares de desenvolvimento relativamente abaixo do brasileiro. A adoção de políticas adequadas a partir da década de 80 e a coesão institucional que os governos e empresas foram capazes de manter foi um fator determinante para esta expansão.

3.4.2 A Nova Lei de Informática

Em 2001, foi promulgada a lei 10.176/01, que veio a complementar a Lei de Informática, estendendo os incentivos fiscais de redução do IPI até o ano de 2009, e ficando conhecida como a Nova Lei de Informática. Em linhas gerais, esta previa a isenção do IPI, devendo as empresas em contrapartida investir em atividades de P&D, seguindo ainda o PPB e garantindo um mínimo de nacionalização das atividades de informática.

O incentivo de IPI foi redefinido como uma isenção decrescente e variável de acordo com a localização da empresa.

Gráfico 4: Alíquotas efetivas de IPI por região de acordo com a Nova Lei de Informática

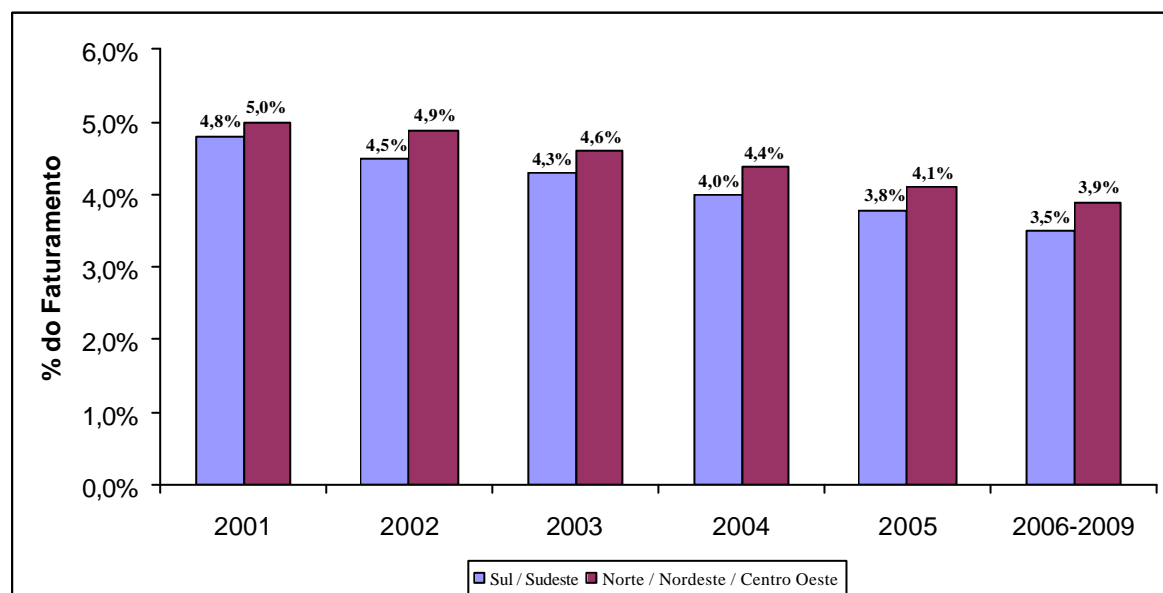


Fonte: LOUREIRO, 2002

O investimento em P&D, que é a contrapartida das isenções previstas na lei, era de 5% do faturamento bruto da empresa com a comercialização interna de produtos de informática, sendo necessário deduzir os tributos e a aquisição de insumos já beneficiados por esta lei. Shintate (2002) coloca que esta dedução se mostra vital, por permitir o desenvolvimento de uma cadeia produtiva no setor, visto que haveria um “ônus de P&D em cascata”, caso fosse mantido o percentual fixo de 5% em todas as etapas da cadeia.

Assim como a isenção de IPI, o percentual do faturamento bruto a ser revertido em investimentos em P&D também variam com a região, e sofrem uma redução progressiva à medida em que a isenção de IPI também se reduz.

Gráfico 5: Investimento em P&D de acordo com a Nova Lei de Informática



Fonte: LOUREIRO, 2002

Cabe ressaltar aqui, porém, que o mesmo erro ocorrido na promulgação da primeira lei foi novamente cometido. A nova regulamentação do PPB se deu apenas

em junho de 2001, enquanto a nova lei já estava em vigor desde janeiro. Isso acabou tornando a lei pouco efetiva em seu primeiro ano, visto que a indústria de tecnologia é altamente dinâmica e diversas mudanças podem ocorrer num curto espaço de tempo. Rodrigues (2002) *apud* Shintate (2002) afirma que “soou como uma piada para as empresas estrangeiras que estudavam investir no Brasil o que aconteceu com o PPB, que ficou quase um ano e meio em discussão”.

3.4.3 Situação atual do mercado brasileiro

No Brasil, a situação atual é desfavorável, tanto do ponto de vista da oferta quanto da demanda. Amaral et al (2002) coloca que o país não conta com uma capacidade instalada expressiva de recursos humanos para o projeto de circuitos integrados, e igualmente não dispõe da capacitação necessária para a fabricação de circuitos integrados. A ausência de atividades de engenharia no desenvolvimento de produtos finais do complexo eletro-eletrônico brasileiro acaba por não gerar uma demanda autônoma por *chips* sob medida, capazes de diferenciar os produtos feitos nacionalmente. Em sua vasta maioria, os produtos eletrônicos fabricados no país são projetados no exterior e, como consequência, a escolha dos componentes e as atividades de projeto dos componentes já foram previamente realizadas no exterior.

Atualmente no país, existem apenas quatro empresas que atuam na fabricação de semicondutores, que não serão aqui discriminadas com o intuito de preservar seu sigilo, visto que todas foram incluídas na amostra a ser estudada. Nenhuma destas, porém, lida efetivamente com o *design* de circuitos integrados. No entanto, quatro outras empresas apresentam tal atividade aqui, sendo o principal destaque a Motorola, uma das maiores empresas mundiais no setor. Em sua planta em Jaguariúna, a Motorola conta com uma divisão de semicondutores e está instalando

no Rio Grande do Sul, junto com o governo estadual, um centro para a capacitação de recursos humanos e projeto de circuitos integrados, denominado CEITEC (Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada), já utilizando verbas referentes à porcentagem do faturamento a ser utilizado em atividades de P&D previstas na nova lei de informática.

O mercado brasileiro de componentes semicondutores é atualmente atendido em mais de 95% por importações. Atualmente, a produção local de semicondutores atinge 5% do total, sendo que em 1989, este percentual chegava a 40%, de acordo com dados da Abinee, a Associação Brasileira da Indústria Eletro-Eletrônica (2003). Os dados da associação (2003) mostram que em 2002, a produção nacional ficou em US\$ 50 milhões, e o consumo total chegou a US\$ 1,33 bilhões. De acordo com Chiara (2003), o déficit do setor eletro-eletrônico com componentes no ano de 2002 somou US\$ 3,4 bilhões, tendo os semicondutores respondido isoladamente por US\$ 1,3 bilhão, e no ano de 2003 pode chegar a US\$ 4 bilhões.

Amato Neto et al (2002) concluíram que dentre os elos da cadeia, os que apresentam maiores oportunidades são os de *design* e de *back-end*, por três motivos básicos:

- Já existe competência local instalada;
- Os investimentos necessários e as escalas de produção são menores, em comparação com uma *foundry*;
- Existem possibilidades concretas de inserção nas respectivas cadeias já existentes no Brasil, o que pode favorecer relações com o usuário e fomentar um processo interno de aprendizado.

Nesse contexto, destacam-se alguns segmentos importantes que podem representar oportunidades de estabelecimento de negócios, como *back-end* para PC's (SDRAM, SRAM, *Flash*), *back-end* para telecomunicações (placas de CI e memórias *Flash*), *chips* dedicados para automação industrial e *chips* dedicados para usuários específicos como a indústria automobilística, automação industrial e eletrônica de consumo.

A justificativa seria que pela sua reduzida escala de produção, estes segmentos não são ocupados pelas grandes empresas. Além disso, existem claras oportunidades de desenvolvimento de negócios em áreas emergentes como a eletrônica de consumo, impulsionada pela eventual definição do padrão da TV Digital, e a difusão dos chamados cartões inteligentes (*smart cards*).

Os mesmos autores ressaltam que para que esse desenvolvimento realmente seja possível, alguns incentivos devem ser criados. Em primeiro lugar, deve-se observar o efeito danoso dos chamados fatores horizontais, tais como o elevado custo do capital no Brasil, a estrutura tributária inibidora da produção, principalmente pela existência dos chamados impostos em cascata, e as deficiências da infra-estrutura brasileira.

Todavia, parece claro que solucionar os fatores horizontais é condição necessária, porem não suficiente para a instalação e o desenvolvimento da indústria local de semicondutores. Amato Neto et al (2002) defendem que os programas já existentes ao desenvolvimento do setor devem ser fortalecidos e outros incentivos de caráter vertical devem ser criados para que se possa efetivamente fomentar a indústria de semicondutores. Os incentivos listados seriam:

1. Reformulação da atual Lei da Informática: os incentivos fiscais que são concedidos demonstram-se insuficientes para prover as condições necessárias para o desenvolvimento do complexo eletrônico e para a solução dos problemas comerciais (GARCIA & ROSELINO, 2002);
2. Utilização, por parte de organismos e instituições públicas, de programas de investimento direto;
3. Criação e fortalecimento de programas de incentivo às atividades de desenvolvimento de produtos, devendo-se permitir que estes possam ser realizados em cooperação com universidades e institutos de pesquisa já instalados no Brasil.
4. Estimular a implementação de laboratórios universitários e de institutos de pesquisa, sempre vinculando tais programas a formas de prestação de serviços às empresas.
5. Estabelecimento de programas de capacitação de recursos humanos operacional e voltados ao desenvolvimento de produto, em sistemas de parceria entre universidades e as empresas usuárias destes recursos.

3.4.4 O Programa Nacional de Microeletrônica

Ao final de 2002, o Ministério da Ciência e Telecomunicações preparava o chamado Programa Nacional de Microeletrônica, que visava a estruturação de um plano de ações para este setor. De forma geral, ele objetiva contribuir para a formulação de uma estratégia viável para o desenvolvimento de uma indústria competitiva de microeletrônica no Brasil. Mais importante, porém, é a lista dos instrumentos de incentivo que podem ser utilizados para desenvolver a indústria

microeletrônica. Todos estes instrumentos são aceitos tanto na OMC quanto no Mercosul. Estes incentivos podem ser fiscais, creditícios, de capacitação tecnológica, entre outros, e estão listados na tabela abaixo.

Tabela VI – Incentivos previstos no Programa Nacional de Microeletrônica

Instrumento/Setor	Design	Difusão	Back-End
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 nonPC workstations e CAD (sem similar nacional)	Lei de Informática. Isenção de IPI nos insumos importados (wafers, gases, partes, etc.)	Lei de Informática. Diferimento/Isenção de IPI s/ wafers importados difundidos, vinculado ao valor agregado localmente.
Isenção/Redução/ Diferimento de imposto de importação	Incentivos na importação de workstations e CAD	Isenção para bens de capital e insumos diretos do processo.	Regime de drawback; Regras de diferimento;
Isenção/Redução/ Diferimento de ICMS/ISS	incentivos municipais (ISS)	Incentivos estaduais a negociar (ICMS), possivelmente até a isenção.	Incentivos estaduais a negociar, tendendo à isenção. Atualmente há redução de 12% para 7% em 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 dos processos de encapsulamento e teste.
Regras de importação e exportação	Garantia de privacidade nas conexões Internet.	Regime alfandegário simplificado.	Regime alfandegário simplificado (ex. linha azul)
Logística de Serviços Públicos	Telecomunicações	Energia, água, aeroporto	Energia, aeroporto
Regras de proteção à propriedade intelectual	Lei do copyright. Privacidade na Internet	Segredo industrial (processo de fabricação)	N/A

Fundos Setoriais	FUNTTEL Fundo de Informática Fundo verde- amarelo Fundo infra-estrutura	FUNTTEL Fundo de Informática Fundo verde- amarelo Fundo infra-estrutura	Fundo de Informática Fundo verde-amarelo
FINEP	Finep Tecnologia Programa Inovar Apoio a incubadoras	FNDCT	FNDCT
BNDES	Pro-soft	Financiamento à implantação Participação acionária; BNDESPAR até 20% do capital social; Financiamento às exportações	FINAME Componentes (Financiamento à comercialização) Financiamento à expansão Financiamento à implantação Financiamento às exportações
Compras governamentais e encomendas tecnológicas	Encomendas de projetos inovadores de interesse público.	Encomendas de novos processos e chips	N/A
Fundações Estaduais (FAPESP, FAPERGS, etc.)	Bolsas Apoio institucional, incubadoras	Bolsas 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

Fonte: Adaptado de Amaral et al (2002)

Além desta lista, o programa se desmembrava em três sub-programas, referentes a cada etapa da cadeia produtiva de semicondutores. No sub-programa de projeto de circuitos integrados, as principais ações propostas são:

- Capacitação e especialização de projetistas de circuitos integrados: as ações neste sentido incluem a formação de 140 profissionais para atender em curto e médio prazo, baseado no curso do Instituto Eldorado de Campinas, sendo 20 profissionais por ano por centro (primeiro ano, apenas em Eldorado), a

um custo de R\$ 20 mil por profissional. Este curso teria duração total de 540 horas, sendo 120 horas de nivelamento, 240 horas de aprofundamento e 180 horas de treinamento *on-the-job*.

- Atração de *design houses* internacionais: estas se beneficiariam dos projetistas formados, seus investimentos seriam cobertos pela Lei de Informática, haveria incentivos fiscais e linhas de crédito (FINEP e BNDES).
- Criação de *design houses* nacionais: seria feito com o objetivo de estabelecer uma base local para outras empresas, formar uma cultura e reter profissionais no Brasil, formar um ciclo de desenvolvimento de longo prazo, estimular desenvolvimento de projeto de bens finais através da oferta de serviços especializados em design e estimular desenvolvimento de software para automação de projeto eletrônico. Os incentivos a serem concedidos incluem financiamento (BNDES/FINEP), capital de risco, concessão de bolsas para projetistas de CI, isenções do Imposto de Importação e financiamento à venda de serviços no mercado interno.
- Acesso ao mercado: visa aumentar a credibilidade das *design houses* brasileiras junto ao setor produtivo no Brasil, inseri-las no segmento mundial de projeto de CIs, formar e divulgar marcas nacionais e elevar o padrão dos projetos.

No sub-programa de fabricação de circuitos integrados, é possível destacar:

- Implantação de *Foundry* nível 1, prototipagem e baixo volume: esta ação deve cumprir pelo menos dois de quatro objetivos – (1) produção em baixo volume de circuitos integrados, (2) prototipagem de sistemas com tecnologia CMOS, (3) domínio e desenvolvimento das técnicas mais importantes de

microfabricação em silício, (4) formação de recursos humanos com o objetivo de prover vantagens para a instalação no futuro de fábricas mais completas de CIs e de *back-end* no Brasil.

- Atração de fundição de silício comercial com produção em larga escala: o ideal seria a atração de uma *foundry* nível 2, para a fabricação em volume com tecnologias litográficas somente próximas do estado-da-arte.
- Formação de recursos humanos em microeletrônica: esta ação teria como principal objetivo a definição de linhas temáticas, alvos de desenvolvimento associados à microfabricação e a potenciais atividades industriais no curto, médio e longo prazos. Isso seria conseguido com a implementação de infraestrutura em laboratórios universitários para projeto e teste de CIs, estímulo a ações de criação de empregos na área e distribuição de programas de Bolsas de Fomento Tecnológico (CNPq) e de Bolsas de Formação (CNPq e CAPES).

Finalmente, no sub-programa de encapsulamento e teste, as ações propostas seriam:

- Atração de novas fábricas: a atração de unidades de encapsulamento e testes consistiria sinergias positivas em direção à atração de foundries. Os incentivos seriam incentivos fiscais (IPI, Crédito fiscal, IR – depreciação acelerada – ICMS), concessão de crédito (BNDES e BNDESPar) e regime alfandegário simplificado.
- Estímulo à demanda por componentes fabricados no país: seria feito através do financiamento à comercialização;

- Implementação de infra-estrutura de certificação, qualificação e análise de componentes e sistemas eletrônicos: seria uma ação conjunta entre órgãos certificadores para viabilizar uma futura Rede de Qualificação e Certificação de Componentes e Sistemas para Tecnologia da Informação.

4. Estudos de Caso

De modo a manter o sigilo empresarial quanto às informações aqui apresentadas, as empresas pesquisadas não terão seus nomes divulgados, sendo aqui tratadas como empresas Alfa, Beta e Gama, na ordem pela qual foram analisadas. Os critérios para seleção basearam-se simplesmente na escolha dos fabricantes nacionais de semicondutores, que, conforme visto na seção anterior, foram reduzidos atualmente a quatro, todos eles localizados no estado de São Paulo.

Para a realização das entrevistas, foi utilizado o questionário elaborado para o projeto encomendado pela FINEP, o Diretório da Pesquisa Privada. O questionário foi elaborado conjuntamente entre pesquisadores da UNESP – Universidade Estadual Paulista – e UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas – de modo que o autor deste trabalho não participou desta fase. O questionário mostrou-se adequado aos objetivos da pesquisa, uma vez que buscava analisar, de modo geral, os esforços tecnológicos empreendidos pelas empresas dos diversos setores da economia brasileira. O referido questionário encontra-se em anexo a este trabalho.

Cabe ressaltar aqui que a intenção inicial era de realizar uma análise da mudança tecnológica em quatro empresas, que representariam a totalidade das empresas pesquisadas. No entanto, uma destas empresas não apresentou nenhuma mudança tecnológica em um período recente (até 3 anos atrás) e, portanto, foi excluída da amostra.

4.1 Estudo de caso Alfa

A empresa Alfa, uma empresa nacional de capital fechado, estabeleceu-se em São Paulo no começo da década de 80, durante a expansão do setor eletro-eletrônico no Brasil, iniciando sua operação dois anos após a fundação da mesma. Possui uma única planta produtiva, onde possui 60 funcionários, sendo os administrativos menos de 10. Esta planta opera atualmente com cerca de um quarto de sua capacidade instalada, o que representa aproximadamente quatro mil lâminas de silício ao mês. Dois anos atrás, esta produção era de pouco mais de mil lâminas por mês. Seu faturamento anual tem crescido, em reais, aproximadamente 20% ao ano, mesmo com a queda geral das vendas mundiais de semicondutores.

Em sua planta, a empresa recebe os projetos de semicondutores de seus clientes, ou seja, não há a realização da etapa de *design* da cadeia produtiva, para que então ocorra a fabricação do semicondutor e, posteriormente, o encapsulamento e teste. Cabe colocar aqui que, caso haja a solicitação do cliente, a empresa se dispõe a adaptar um projeto existente para as necessidades do cliente, havendo então uma pequena parcela de sua produção na qual ocorre o primeiro elo da cadeia produtiva.

Em sua linha de produtos, a empresa possui os componentes discretos mais básicos, incluindo diodos (normais, rápidos, *press fit* – com fixação por pressão – e diodos Schottky), tiristores (normais para controle de fase e rápidos ou inversores), módulos (diodo-diodo, diodo-tiristor, tiristor-diodo e tiristor-tiristor), pontes retificadoras de potência (com ventilação natural, forçada ou por água), pontes retificadoras a *press fit*, dissipadores de potência de alumínio e cobre, acessórios (como grampos, isoladores, barramentos de cobre), além de oferecer uma ampla

gama de serviços que inclui desde a adaptação de projetos sob encomenda até a manutenção e assistência técnica dos produtos que vende.

Embora possua apenas uma planta, a empresa possui diversos representantes comerciais espalhados pelo território nacional, além de representações em países da América do Sul (Peru, Venezuela, Colômbia, Bolívia e Chile), Europa (Espanha, Itália, França e Alemanha) e Ásia, além da Austrália. Esta grande abrangência de países é decorrente do fato de que 30% de sua produção são exportados, sendo 40% para a Europa Ocidental, 30% para a Austrália, 20% para a Ásia e 10% para a América do Sul, sendo apenas 1% para países do Mercosul.

A estrutura organizacional da empresa é bem simples, sendo apenas sete os funcionários administrativos. A empresa possui um departamento de contabilidade, a presidência e gerência geral, o departamento comercial e o departamento de produção, que engloba as áreas de qualidade e pesquisa e desenvolvimento, além de um funcionário que cuida especificamente da área de recursos humanos.

Estratégia geral e tecnológica

Tendo passado por uma grave crise financeira em 1994, na qual a empresa reduziu seu corpo de funcionários de 120 para somente 35, a empresa acabou saindo do mercado externo em 1996, mesma época em que ocorreu a mudança de localização de sua planta produtiva. A volta ocorreu apenas no ano de 2000, quando ela decidiu voltar a exportar, mas desta vez apenas utilizando capital próprio, para reduzir sua exposição ao risco.

Sendo apenas um pequeno fabricante, a empresa decidiu atuar somente em segmentos de mercado muito específicos, estes os quais não são atendidos pelos

grandes fabricantes mundiais. Desta forma, a empresa consegue produzir diversos produtos em pequena escala, mas com qualidade, preço e nível de serviço, notadamente assistência técnica, de alto nível, suficiente para garantir a manutenção de diversos contratos.

Quanto à sua estratégia tecnológica, a empresa poderia se enquadrar, segundo a classificação de Freeman (1974), na categoria de estratégia imitativa, pois a empresa segue a tendência dos líderes de mercado, mas com uma capacitação tecnológica muito abaixo destes, e não correndo riscos desnecessários com tecnologias ainda mal-estabelecidas. Além disso, embora o mercado desta não seja cativo ou protegido por barreiras alfandegárias, a empresa trabalha com nichos de mercado muito específicos, atendidos por poucas empresas, existindo pouca concorrência.

Cabe destacar também que a empresa, embora de maneira muito incipiente ainda, procura estabelecer parcerias com universidades do estado de São Paulo para auxílio no esforço tecnológico, tanto em produtos como em processo, apesar desta ação ser mais forte no último item. Estas parcerias são feitas por três razões principais:

- a empresa não possui os equipamentos necessários para conduzir determinados experimentos;
- a empresa não é auto-suficiente em termos de capacitação de recursos humanos, sendo necessária a participação de pessoas do meio acadêmico;
- a empresa não dispõe dos recursos financeiros totais para a condução de pesquisas em determinados pontos, por serem excessivamente dispendiosos.

Um dos projetos da empresa em parceria consiste no desenvolvimento de um processo de difusão química com a utilização de plasma ao invés de usar produtos químicos. Este processo seria uma inovação criativa a nível mundial, e representaria uma economia imediata para a empresa de quase 10% de seu faturamento bruto, visto que esse processo substituiria produtos químicos que são atualmente importados e representam boa parte do custo de produção das lâminas de silício.

Mudanças Tecnológicas

As mudanças tecnológicas ocorridas na empresa foram todas desenvolvidas utilizando capital próprio e caracterizaram-se principalmente como sendo mudanças do tipo imitação duplicativa ou imitação criativa (FURTADO et al, 2002), visto que são mudanças que ocorrem mundialmente e desenvolvidas por terceiros, havendo então algum ou nenhum esforço por parte da empresa.

A primeira mudança relevante é a do tamanho da lâmina ou *wafer*, de um diâmetro de 3 polegadas para 4 polegadas. Conforme visto na descrição do processo produtivo, o diâmetro da lâmina é um dos fatores mais importantes na etapa de produção, pois determina a quantidade de semicondutores que poderá ser feita, dependendo ainda do tamanho do mesmo. Esta mudança ocorreu principalmente para que a empresa pudesse continuar competitiva no mercado, visto que todas as empresas fabricantes de semicondutores no mundo alteraram este tamanho, reduzindo assim o custo de produção de semicondutores por cilindro de silício cristalino.

Esta mudança é definitivamente a que teve maior impacto nos últimos anos, visto que diversas alterações tiveram que ser feitas no processo, uma vez que o mesmo estava dimensionado para trabalhar com lâminas e cilindros de silício com diâmetro de 3 polegadas. Além disso, toda a reorganização da produção durou quase um ano, e os desperdícios de material foram muito grandes de início, já que a maior dificuldade associada à utilização de lâminas com diâmetros muito grandes é o manuseio das mesmas. Isto é facilmente elucidado pelo fato de a espessura destas lâminas serem da ordem de centenas de microns.

Cabe ressaltar aqui que já estão em curso os planejamentos e compras de equipamentos para a transição para o diâmetro de 6 polegadas, visto que diversas empresas já utilizam este padrão e têm, conseqüentemente, seus custos reduzidos, podendo inserir seus produtos no mercado a um preço mais baixo. Esta mudança será, assim como foi a mudança anterior, exclusivamente para a manutenção da competitividade da empresa no cenário internacional.

A segunda mudança tecnológica relevante foi a mudança do dopante, que é o material químico utilizado para a remoção das impurezas do cilindro de silício. Esta mudança é derivada da primeira, pois a substituição se deu devido às necessidades do novo diâmetro de lâmina.

4.2 Estudo de caso Beta

A empresa Beta, uma empresa pertencente a um grupo nacional, foi construída no ano de 1982, tendo a produção iniciado 3 anos após seu estabelecimento. Assim como no caso da empresa Alfa, ela possui apenas uma planta produtiva, também localizada no estado de São Paulo. Ao contrário do caso anterior,

porém, esta empresa se encarrega única e exclusivamente do terceiro elo da cadeia produtiva, a etapa de encapsulamento e teste, tendo concentrado seus negócios em memórias de acesso randômico (as conhecidas memórias RAM – *Random Access Memory*). Interessante destacar que a empresa atualmente cumpre integralmente o PPB (Processo Produtivo Básico) para memórias.

Atualmente, toda sua produção é vendida no mercado interno, embora este número já tenha sido de quase 50%. Sua linha de produtos, além de módulos de memória semicondutoras síncronas dinâmicas (SDRAM – *Synchronous Dynamic Random Access Memory*), inclui também circuitos integrados analógicos e circuitos integrados reguladores de tensão para aplicações automotivas. O faturamento da empresa, embora tenha sofrido uma drástica redução no ano de 2001 (-35%), voltou a crescer em 2002, embora ainda não tenha voltado ao patamar do ano de 2000 (crescimento de 27% em relação ao ano anterior, correspondendo a 83% do faturamento de 2000). A produção de memórias chega a quase 97% do faturamento da empresa e é toda iniciada a partir de semicondutores importados da Ásia.

Para a comercialização de seus produtos, a empresa utiliza os revendedores do próprio grupo espalhados por todo o país. Além disso, existem algumas empresas dentro do próprio grupo que são clientes da empresa Beta. Cabe colocar aqui que a empresa já teve representações comerciais no exterior, notadamente Estados Unidos e Portugal.

Em sua estrutura organizacional, a empresa possui um organograma já bem desenvolvido, incluindo departamento de vendas, de suprimentos, de recursos humanos, de produção, financeiro e pesquisa e desenvolvimento, entre outros. O departamento de pesquisa e desenvolvimento, o maior entre todos os casos

analisados, possui vinte e cinco funcionários, sendo apenas metade somente com nível de qualificação técnica (os restantes possuindo então nível superior, no mínimo). Entre as principais atividades conduzidas no departamento de P&D, é possível destacar:

- desenvolvimento de processos de encapsulamento de semicondutores;
- desenvolvimento de produtos – semicondutores;
- desenvolvimento de programas e meios de teste para semicondutores;
- qualificação de componentes e análise de falhas;
- desenvolvimento de montagem e teste de módulos de memória.

Deve-se ressaltar que estas atividades, contrariamente à empresa Alfa, são realizadas formal e continuamente.

Estratégia geral e tecnológica

Assim como a empresa Alfa, a empresa Beta decidiu, já há alguns anos, concentrar-se em um determinado nicho de mercado. O nicho em questão é o dos módulos de memórias dinâmicas (DRAM), o qual responde por 97% das vendas.

Na verdade, a escolha deste nicho ainda requer que a empresa possua grande quantia de capital disponível para investimento, visto que o ciclo de vida dos módulos de memória estão cada vez mais curtos. Por exemplo, o último módulo de memória a sair de sua linha de produção foi o de 64 MB (*Megabits*), e seu ciclo de vida foi de apenas 3 anos.

A identificação de oportunidades ocorre principalmente através de uma análise de mercado, buscando informações de relatórios governamentais e de

associações do setor. Além disso, a empresa procura atuar em conjunto com seus clientes, de modo a identificar e desenvolver novos produtos conjuntamente.

Em relação aos diferenciais competitivos, embora a empresa tenha consciência de que o preço é o maior diferencial, visto que seus produtos rapidamente tornam-se *commodities*, a empresa busca a fidelização do cliente através da prática do *delivery on-time* (entregas no prazo), que obteve um índice de 89% em 2002. Isto também é necessário pois o chamado *gray market*, ou o mercado informal, é excepcionalmente grande no segmento de memórias dinâmicas, chegando ao nível quase absurdo de 72%. Com esta nova estratégia, a empresa acabou obtendo a liderança no mercado nacional, que mantém até hoje.

Quanto à estratégia tecnológica, a empresa poderia ser classificada como tendo uma estratégia ofensiva no segmento de memórias dinâmicas, e ainda considerando o mercado interno, pois ela concentra seus investimentos em P&D nesta linha de produtos, buscando a liderança no mercado nacional. Em aspectos globais, porém, a estratégia da empresa se enquadraria em defensiva, pois apesar de não ser líder, ela ainda possui grande capacitação tecnológica, e está a um passo atrás dos grandes líderes mundiais.

Além disso, a empresa, de modo a alavancar suas pesquisas, firma convênios para a utilização de laboratórios privados em centros de pesquisa como o CPqD e o IPT. Essa utilização visa unicamente a realização de ensaios e testes, sendo que o desenvolvimento real do produto (ou processo) é totalmente interno, de modo a garantir a confidencialidade e a originalidade das informações. Cabe colocar ainda que não é incomum a empresa utilizar os laboratórios de seus fornecedores no leste asiático para a realização de testes.

É interessante notar ainda que a empresa já obteve financiamentos do BNDES para as linhas de produção, embora nunca para suas linhas de pesquisa, visto que as garantias necessárias para a obtenção deste tipo de financiamento o torna inviável, segundo a própria empresa.

Mudanças tecnológicas

Todas as mudanças tecnológicas que ocorreram na empresa nos últimos anos foram desenvolvidas com capital interno e são classificadas como imitações criativas, visto que sempre há a necessidade de se fazer alguma adaptação à mesma de modo a viabilizar a sua implantação.

Em termos de produto, a mudança mais significativa foi a introdução das memórias DDR (*Double Data Rate* ou Taxa de dados dupla). Estas memórias possibilitaram que a transferência de dados duplicasse sem a alteração da frequência das mesmas, sendo que, atualmente, as mais comuns são da ordem de 200 Megahertz. Esta mudança foi extremamente importante, pois diversas empresas mundiais já a estavam usando e esta era uma mudança vital para a sobrevivência da mesma, pois por quase o mesmo preço, um consumidor podia obter praticamente o dobro de performance. Esta mudança, embora tenha requisitado pesados investimentos em equipamentos, foi fundamental para a recuperação do faturamento da empresa no ano de 2002.

Além desta mudança, ao longo dos anos vão ocorrendo mudanças sistemáticas nos produtos, visando sua melhoria em termos de qualidade e performance. Em termos de capacidade, as memórias vão apresentando ganhos em termos de MB (*Megabits*). Atualmente, a empresa já produz memórias de 512MB,

embora a maior parte de sua produção ainda seja de 256MB. Já em termos de velocidade de processamento / transferência, as memórias vêm apresentando maiores frequências. Em 2002, a maior parte das memórias (de 128MB) apresentavam frequências de 166Mhz (Megahertz). Já em 2003, as memórias estão com frequências superiores a 200Mhz, sendo comumente de 233Mhz.

Justamente por essa atualização de frequências, a empresa foi obrigada a atualizar seu equipamento de encapsulamento e teste, o que já se caracteriza como uma mudança no processo. Até frequências de 133Mhz, as memórias utilizavam todas os mesmos equipamentos, mas para frequências superiores (até 250Mhz), foi necessária a aquisição de novos equipamentos para o novo encapsulamento de 66 pinos. Para este novo tipo de encapsulamento e teste, foi preciso ainda que a empresa investisse em capacitação de recursos humanos, tendo sido oferecidos programas de treinamento específicos. Outra repercussão dessa mudança foi a necessidade do desenvolvimento de um *software* específico para testes elétricos nestas memórias, além do projeto e fabricação de um novo ferramental para corte e dobra.

Outra modificação relevante foi a necessidade de reformulação do layout da linha de fabricação para melhorar o processo produtivo e o desenvolvimento, adaptação e automação de equipamentos e ferramentas para encapsulamento e teste, devido à crescente miniaturização e complexidade dos circuitos integrados de forma geral, pois isto gerou uma necessidade de se desenvolver novos tipos de encapsulamento e o manuseio passa a ser cada vez mais difícil, sendo uma das principais fontes de geração de defeitos. Uma das atividades mais imprescindíveis, portanto, passa a ser o projeto e a construção de robôs para o manuseio dos circuitos integrados. Conseqüentemente, a capacitação para desenvolver, adaptar e automatizar

equipamentos e processos de encapsulamento e teste passa a ser fundamental para a evolução dos processos e a garantia dos níveis de qualidade requeridos.

Para o final deste ano, está prevista a aquisição dos equipamentos necessários para a implantação do encapsulamento FBGA, um novo tipo de encapsulamento que demandará a substituição de grande parte dos equipamentos atualmente utilizados para encapsulamento e teste. Para meados de 2004, está prevista a mudança do diâmetro de lâmina de 8 polegadas (padrão atual na empresa) para 12 polegadas, visando seguir a tendência dos principais líderes mundiais do segmento, que começaram a utilizar este padrão já em 2003.

4.3 Estudo de caso Gama

Fundada também no início da década de 80, a empresa Gama possui a mesma planta produtiva desde então, localizada no estado de São Paulo. Muito diferente das empresas Alfa e Beta, porém, a empresa Gama não atua propriamente no segmento de semicondutores, mas ainda é uma das poucas empresas que efetivamente fabrica lâminas de silício no Brasil. Fabricando placas solares para geração de energia fotovoltaica, além de sistemas completos para geração e utilização deste tipo de energia, a empresa foi incluída na amostra devido ao fato de as placas utilizadas para a captação de energia solar serem lâminas de silício. Estas, porém, necessitam de um grau de pureza do silício cristalino inferior ao daquelas utilizadas para a fabricação de semicondutores: 99,99% de pureza para painéis solares e 99,9999% para semicondutores.

Permanecendo uma empresa de capital fechado até hoje, a empresa Gama já realizou diversos projetos na área de painéis para geração de energia solar, muito

divulgados na mídia. Em 2002, o faturamento da empresa ficou em aproximadamente R\$ 1 milhão, totalmente obtido no mercado interno, apesar da empresa estar operando atualmente com apenas 5% de sua capacidade instalada, sendo que este faturamento está praticamente estável há cerca de cinco anos.

Com um investimento total de quase US\$ 12 milhões ao longo de mais de vinte anos de funcionamento, a empresa passa atualmente por dificuldades financeiras, e tem até mesmo um financiamento do Banco do Brasil ainda a finalizar o pagamento.

Estratégia geral e tecnológica

Ao longo de seu desenvolvimento, a empresa sempre procurou vislumbrar oportunidades de negócio. A maior parte de suas vendas significativas (excluindo aí as vendas individuais para pessoas físicas) foi conseguida através de contratos com entidades governamentais ou do setor energético, que buscavam um acesso à energia elétrica em regiões remotas, com grande dificuldade de acesso às linhas de energia convencionais.

5. Conclusão

O trabalho aqui apresentado buscou a avaliação da mudança tecnológica na indústria brasileira de semicondutores. Esta, seguindo um modelo existente na literatura e outro adaptado do questionário utilizado na pesquisa, acabou por propiciar uma visão abrangente de como a mudança tecnológica causa impacto nas empresas deste setor.

De forma geral, foi possível perceber que a mudança tecnológica requer investimentos elevados e é bastante complexa. Este fato está diretamente relacionado ao setor em questão, o setor de semicondutores, que é altamente intensivo em tecnologia, requisitando então a utilização de técnicas e aparatos dos mais avançados. Assim, qualquer investimento em algum tipo de esforço tecnológico demandará grandes gastos, seja na pesquisa e desenvolvimento, através de instalações e equipamentos, ensaios e principalmente recursos humanos, seja na aquisição direta da mesma, devido ao fato de sempre ser necessário que a mudança passe por alguma adaptação às realidades internas de cada empresa.

Também foi possível perceber que as mudanças tecnológicas desempenham um papel fundamental nestas empresas, visto que muitas delas são adotadas ou implantadas focando a melhoria da qualidade dos produtos, a adequação à normas e regulamentações e mesmo demandas específicas de clientes. Isto significa que caso as empresas não adotassem estas mudanças, elas certamente acabariam excluídas do mercado, deixando de ser minimamente competitivas. Outro ponto evidenciado é o de que as mudanças tecnológicas neste setor tendem a ser cada vez mais frequentes

devido à rápida obsolescência dos produtos e, conseqüentemente, dos processos de fabricação.

As empresas analisadas mostraram que o Brasil se encontra em um patamar tecnologicamente inferior ao de outros países mais atuantes no setor de componentes eletrônicos. Claramente, nenhuma delas se encontra no estado-da-arte em seu segmento, embora a empresa Beta, no segmento de memórias dinâmicas, encontre-se em um estado bastante avançado, um passo atrás dos grandes líderes mundiais. A empresa Alfa, por exemplo, buscou focar sua atuação em nichos específicos de mercado, com volumes relativamente pequenos, que não são economicamente viáveis para fabricação em uma grande *foundry*. Além disso, as empresas não têm capacidade instalada para atender todo o mercado interno, fato este que acaba gerando um alto déficit na balança comercial do setor, que precisaria ser remediado o quanto antes.

Numa macro-análise das mudanças tecnológicas e do posicionamento das entidades governamentais brasileiras, recomenda-se que se programas de capacitação de recursos humanos sejam estudados e implantados, para que as mudanças tecnológicas possam ser geradas no país e se caracterizem como inovações originais, o que possibilitaria a transferência de tecnologia para outros países ou, numa possibilidade mais otimista, a atração de investimentos estrangeiros. Além disso, investimentos em laboratórios e equipamentos são extremamente onerosos, e uma ação de órgãos públicos, por exemplo as evidenciadas no Programa Nacional de Microeletrônica, se fazem necessárias para que o desenvolvimento de novos produtos e processos efetivamente se concretize.

Espera-se que este trabalho possa chamar ainda mais a atenção para este setor altamente estratégico para que muitos erros cometidos no passado não se repitam e para que uma reativação da indústria microeletrônica possa ocorrer. Os benefícios advindos dessa reativação são claros, e vão desde a oferta de novos empregos, até a ampliação do superávit na balança comercial brasileira, que são motivos de grande preocupação do atual governo.

Referências bibliográficas

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Eletro-eletrônica. São Paulo: **Apresenta a Associação Brasileira da Indústria Eletro-Eletrônica**. Disponível em <www.abinee.br>. Acesso em: 04 de setembro de 2003.

AMARAL et al, **Programa Nacional de Microeletrônica**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2002.

AMATO NETO, J. et al, **Análise das Condições de Desenvolvimento da Indústria Brasileira de Semicondutores**. II Workshop: Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento, Junho, 2002.

AMATO NETO, J., **Condições de inserção da indústria de semicondutores no Brasil**. São Paulo: FINEP – Financiadora de Projetos, 2003. (Relatório Pré-Campo – Diretório da Pesquisa Privada: setor semicondutores.).

ALVES FILHO, A. G., **Estratégia Tecnológica, Desempenho e Mudança: Estudos de Caso em Empresas da Indústria de Calçados**. Tese (Doutorado), Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1991.

ASSUMPÇÃO, M. R. P., **Mudança tecnológica na cadeia de suprimentos**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, MG, 2003.

CHAI, K., **Knowledge sharing and reuse in international manufacturing networks: an exploratory study**. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, University of Cambridge, September, 2000.

CHANDLER, J. R., **Strategy and Structure: chapters in the history of the American industrial enterprise**, Cambridge, Mass., MIT, 1962.

CHIARA, M. Governo busca reduzir déficit em componentes. **O Estado de S. Paulo**. 9 de março, 2003

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. Estados Unidos. **Apresenta versão eletrônica da Encyclopaedia Britannica**. Disponível em <www.britannica.com>. Acesso em: 12 de outubro de 2003.

FREEMAN, C., **The economics of industrial innovation**, Harmondsworth. Penguin. Baltimore, 1974.

FREITAS, I., **Informações preparatórias para a pesquisa de campo do Diretório da Pesquisa Privada no Brasil: setor semicondutores**. Empresa: Aegis Semicondutores Ltda. Campinas. DPCT, 2003.

FURTADO, J., et al. Roteiro de entrevistas. **Diretório da Pesquisa Privada no Brasil**. Campinas: DPP/FINEP/DPCT, 2003.

GARCIA, R., ROSELINO, J., **Avaliação crítica dos resultados da Lei de Informática e seus reflexos sobre o complexo eletrônico**. VII Encontro Nacional de Economia Política, Curitiba, 2002.

LEACHMAN, R. C., LEACHMAN, C. H., **Globalization of Semiconductors: do real men have fabs or virtual fabs?** University of California at Berkeley. CA, EUA, 2002.

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

MENON, J., YAP, K., THONG, D., **Semiconductor industry Analysis – looking up from the through**. Dresdner Kleinwort Wasserstein Research. Londres, 2002.

PORTER, M., **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Campus. Rio de Janeiro, 1992.

PORTER, M., **Competição: estratégias competitivas essenciais**. 2ª Ed. Campus. Rio de Janeiro, 1999.

SAMPAIO, J. F. C., **Estratégia Tecnológica, Mudança Técnica e Desempenho: Estudo de casos em pequenas e médias empresas do setor têxtil da região de Americana/SP**. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1999.

SCHUMPETER, J. A., **Capitalismo Socialismo e Democracia**, Ed. Fundo de Cultura, Rio de Janeiro, 1961.

SERWAY, R., **Física 4 para cientistas e engenheiros com física moderna**. 3ª Edição. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1996.

SHIKIDA, P. F. A., BACHA, C. J. C., Notas sobre o modelo schumpeteriano e suas principais correntes de pensamento, **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 5, n. 10, p. 107-126, Passo Fundo, 1998.

SHINTATE, J. H., **Modelos de Negócios de Produção e Condições de Inserção da Indústria de Circuitos Integrados no Brasil**. Trabalho de Formatura, Escola Politécnica da USP, 2002.

SOUZA, S., ELER, D., ARICA, J., **Um estudo sobre o impacto da mudança tecnológica no pólo de cerâmica vermelha do Norte Fluminense.** Ouro Preto, MG, 2003.

TERRA, J. C. C., **Gestão do conhecimento: aspectos conceituais e estudo exploratório sobre práticas de empresas brasileiras.** Tese (Doutorado), Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1999.

UTTERBACK, J.M., **Mastering the Dynamics of Innovation.** Harvard Business School Press, Boston, MA, 1994.

VASCONCELLOS, R. R., **Barreiras e facilitadores na transferência de tecnologia da engenharia e P&D para a produção: caso de uma transnacional.** Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1996.

WILD, R., **Concepts for operations management.** John Wiley & Sons. Londres, 1977.

Anexos

Anexo A – Questionário utilizado no trabalho



DIRETÓRIO DA PESQUISA PRIVADA

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS

FUNDUNESP – FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA UNESP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

GRUPO DE ESTUDOS EM ECONOMIA INDUSTRIAL

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

ROTEIRO DE ENTREVISTA

COORDENAÇÃO: João Furtado

COORDENAÇÃO-ADJUNTA: Sérgio Queiroz

COORDENAÇÃO EXECUTIVA: Ionara Costa

Eduardo Strachman

GESTÃO: Flávia Cavalli

APRESENTAÇÃO

O Diretório da Pesquisa Privada (DPP) foi concebido como um sistema de informação auxiliar da definição e implementação das políticas brasileiras de desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo. O objetivo do DPP é subsidiar a reflexão e auxiliar a tomada de decisões pelos organismos nacionais de fomento, sobretudo a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), propiciando uma alocação mais eficiente dos recursos e financiamento e o alcance de resultados mais efetivos e vigorosos. O DPP constitui uma iniciativa da FINEP conjunta do Grupo de Estudos em Economia Industrial (GEEIN) da UNESP/Araraquara. A equipe da pesquisa envolve pesquisadores universitários e técnicos da Área de Planejamento da FINEP, em uma rede com uma dezena de instituições, sob a coordenação da Área de Planejamento da FINEP e de uma parceria entre o GEEIN e o DPCT (UNICAMP).

I) Identificação e característica da empresa/unidade investigada:

1) Identificação do entrevistado e de sua trajetória na [empresa/unidade investigada]:

Nome: _____

Cargo: _____

Tempo de empresa: _____

Formação: _____

<u>Observações:</u> _____ _____ _____ _____
--

2) Dados Gerais da [empresa/unidade investigada]:

CNPJ/CGC: _____

Razão social: _____

Nome fantasia: _____

Ano de fundação/instalação da [empresa/subsidiária] (no Brasil): _____

Ano de início da [unidade/linha de negócio investigada]: _____

<u>Observações:</u> _____ _____ _____ _____
--

3) Ocorreu alguma mudança na estrutura patrimonial/composição acionária da [empresa/unidade investigada] nos últimos três anos?

☐ SIM

3a) Que tipo de mudança?

- ☐ a empresa foi estabelecida
- ☐ fusão ou cisão total
- ☐ cisão parcial
- ☐ incorporação de outra empresa → Qual empresa? _____
- ☐ incorporação por outra empresa → Por qual empresa? _____
- ☐ outra mudança → Qual? _____

3b) Qual a motivação por parte da [empresa/unidade investigada] para esta mudança da perspectiva da sua estratégia de negócios?

☐ NÃO houve mudança

4) A [empresa] é parte de algum grupo/conglomerado?

☐ SIM

4a) Qual grupo (nome/origem do capital) _____

4b) Qual a relação da empresa com o grupo?

- ☐ Controladora/Matriz: exerce, direta ou indiretamente, o poder (exercido nas 3 últimas assembleias ordinárias) de eleger a maioria dos administradores e de preponderar nas deliberações sociais de outra(s) sociedade(s)
- ☐ Controlada/filial/subsidiária: aquela na qual a controladora, possui, direta ou indiretamente, condição considerada permanente de eleger a maioria dos administradores e de preponderar nas deliberações sociais
- ☐ Coligada/associada: aquela na qual a investidora participa com pelo menos 10% de seu capital, sem controlá-la

☐ NÃO

5) Qual a composição do capital da [empresa/unidade investigada], segundo sua origem?

Origem do capital	Composição	Observações
Doméstico privado	%	
Doméstico estatal	%	
Estrangeiro	%	

5a) Se majoritário doméstico:

i) Quantas plantas produtivas possui no Brasil (indicar sua localização)?

ii) Se atua em diferentes linhas de produtos, quantas, dentre as indicadas acima, são da unidade de negócio investigada (indicar a localização)?

iii) Possui unidades produtivas no exterior? Se sim: qual e em que país (es)?

iv) Possui algum outro tipo de unidade (não produtiva) no exterior? Se sim: qual e em que país (s)?

5b) Se majoritário estrangeiro:

i) Qual o país de origem/onde está localizada a matriz

ii) Quantas plantas produtivas a [corporação] possui no Brasil (indicar sua localização)?

iii) Se atua em diferentes linhas de produtos, quantas, dentre as indicadas acima, são da [unidade de negócio investigada] (indicar a localização)?

iv) Qual a participação da [subsidiária brasileira] no total da [corporação]:

▪ produção (%): _____

▪ vendas (%): _____

v) Qual a posição da [subsidiária brasileira] na estratégia mundial da [corporação]?

II) Produtos e vendas

6) Qual a classificação do setor de atuação da [empresa/unidade investigada] segundo a CNAE?

Descrição atividade	CNAE Divisão	CNAE Grupo	CNAE Classe

7) Vendas:

7a) Para o ano mais recente disponível, qual o valor total das vendas da [empresa/grupo/subsidiária] brasileira e (se for o caso) sua distribuição segundo unidade de negócio (unidade investigada e outras) e mercado atendido (exportação e mercado interno)

	Total	Exportação	Mercado Interno
Empresa/Grupo/Subsidiária brasileira	(US\$ ou R\$)	(%)	(%)
TOTAL			
Unidade de negócio investigada	(%)	(%)	(%)
Outras unidades de negócio	(%)	(%)	(%)

7b) Qual o faturamento total da [empresa/unidade de negócio investigada] (no Brasil), incluindo exportações e vendas ao mercado interno, nos três anos mais recentes disponíveis? (indicar se R\$ ou US\$)

Ano	Faturamento (Exportação e Mercado Interno)

7d) No caso da [empresa/unidade de negócio investigada] exportar, qual a distribuição das suas exportações segundo mercados atendidos, para o ano mais recente disponível?.

Mercados Exportação	Ano mais recente informado: _____
	%
Mercosul	
EUA	
Europa Ocidental	
Outros	
	100%
Matriz	
Outras subsidiárias	

- 8) Quais os três principais produtos/linhas de produto da [empresa/unidade de negócio investigada] no ano mais recente informado em “7b”? Preencha a tabela a seguir de acordo com as opções apresentadas no quadro abaixo:

Característica da principal tecnologia do produto: (A) estável OU (B) em mudança constante (C) difundida OU (D) nova/restrita		Quais as competências relevantes para ser competitivo no mercado deste produto/linha de produto?		Qual a situação da empresa em relação a estas competências?	
(quando possível, informar NCM)		(A ou C ou D)			
1. NCM (s):					
2. NCM (s):					
3. NCM (s):					
Segmento Geral NCM (s):					

- 8a) Ocorreu alguma mudança significativa (inclusão/retirada) na linha de produtos [empresa/unidade investigada] nos últimos 3 anos?

- 8b) Há algum produto/linha de produto promissor, que represente uma “aposta” em termos da estratégia da [empresa/unidade investigada]

- 9) Quais os mecanismos envolvidos na identificação das oportunidades de negócio e lançamento de novos produtos?

III) Esforço tecnológico (PRODUTO e PROCESSO)

- 10) Quais as principais fontes externas de informação e/ou conhecimento tecnológico (produto e/ou processo) utilizadas pela [empresa/unidade investigada] nos últimos três anos? (NÃO inclui COOPERAÇÃO)

Fontes de informação sobre tecnologia	Localização (país)	Produto (PD) e/ou Processo (PR)	Observações
Matriz/Outras empresas do grupo			
Fornecedores			
Clientes/consumidores			
Concorrentes			
Firmas de consultoria ou engenharia			
Universidades/ Institutos de pesquisa/ Instituições de testes e certificações			
Eventos/Publicações técnico – científicas			
Outras: especifique			

11) A [empresa/unidade investigada] já desenvolveu ou está desenvolvendo algum projeto/atividade tecnológica em cooperação/parceria com outros agentes?

☐ NÃO

11a) Por quê?

☐ SIM (atualmente e/ou no passado)

11b) Classifique a (s) parceria (s) conforme tabela abaixo:

Parceiros	Nome Localização do parceiro	Produto e/ou Processo	Divisão de tarefas entre os parceiros
Matriz/Outras empresas do grupo			
Fornecedores			
Clientes/consumidores			
Concorrentes			
Firmas de consultoria ou engenharia			
Universidades/ Institutos de pesquisa/			

Instituições de testes e certificações			
Outras: especifique			

11c) Qual a motivação para o estabelecimento das parcerias acima mencionadas?

12) Quais atividades tecnológicas (produto e/ou processo) que a [empresa/unidade investigada] realiza INTERNAMENTE? Isto é, atividades realizadas por alguns de seus funcionários e dentro das suas instalações.

12a) A [empresa/unidade investigada] possui alguma unidade/departamento (no Brasil) dedicado exclusiva e/ou parcialmente à condução destas atividades tecnológicas INTERNAS?

☐ NÃO

☐ SIM: Qual (is)?

☐ departamento de pesquisa e desenvolvimento

☐ departamento de desenho

☐ unidade de produção

☐ departamento técnico

☐ departamento de controle de qualidade

☐ departamento de *marketing*

☐ outro (especificar): _____

12b) Classifique as três principais atividades tecnológicas segundo o tempo dedicado a elas (contínua/ocasional) e seu nível de formalização

Atividades Tecnológicas	Contínua ou Ocasional	Formal ou Não Formal
Produto:		
Processo:		

12c) Comente sobre as motivações para condução (internamente) destas atividades ?

SE subsidiária de multinacional estrangeira:

13a) A quem o gerente/diretor da unidade indicada em 12a se reporta? Quais são os principais clientes destas atividades (Brasil e/ou exterior)?

13b) A unidade brasileira disputa com outras unidades da corporação a condução de atividades tecnológicas? Há planos para trazer para o país atividades tecnológicas atualmente não realizadas localmente?

13c) Qual a posição da subsidiária brasileira em termos das três **principais** tecnologias de produto e/ou processo que adota?

- (A) **Apenas usuário**: utiliza resultados das atividades tecnológicas da matriz e/ou de outras empresas do grupo, sem realizar estas atividades internamente;
- (B) **Usuário + adaptação**: utiliza resultados das atividades tecnológicas da matriz e/ou de outras empresas do grupo, mas realiza internamente esforços adaptativos (ver nota acima).
- (C) **Isolado**: realiza atividades tecnológicas distintas das realizadas por outras empresas do grupo, de modo que os resultados destas atividades não são utilizados por outras empresas do grupo e vice-versa;
- (D) **Centro de competência**: os resultados das suas atividades tecnológicas são utilizados por outras empresas do grupo; → neste caso identificar QUEM são os clientes (dentro da corporação multinacional)
- (E) **Outra posição** (especifique): _____

Tecnologia PROCESSO	Posição (observações)
1.	
2.	
3.	

Tecnologia PRODUTO	Posição (observações)
1.	
2.	
3.	

13) Para o último ano disponível, qual a estimativa dos gastos com atividades tecnológicas realizadas internamente pela [empresa/unidade investigada] e/ou percentual do faturamento?

Categorias de gastos	(Ano: _____) R\$ ou US\$/% faturamento
Salários	
Equipamentos	

Outros (especifique)	
Total	

14a) Se os gastos acima estiverem incluídos em uma rubrica “P&D”, identificar o que está incluído na mesma.

- 14) Quantos funcionários (segundo nível de qualificação formal) estão envolvidos na condução destas atividades? Identifique o tempo de dedicação (exclusiva ou parcial) e o departamento ao qual respondem.

Qualificação Formal	Número de funcionários	Dedicação (exclusiva - parcial)	Departamento
Técnicos de nível médio			
Técnicos de nível superior [engenheiros e cientistas]			
com graduação			
com especialização			
com mestrado			
com doutorado			
Outros (suporte)			
Total			

15a) A [empresa/unidade investigada] manteve, ampliou ou reduziu o quadro de funcionários para realização de atividades tecnológicas nos últimos três anos? Qual a razão?

15b) A [empresa/unidade investigada] possui algum programa para treinamento e/ou reciclagem destes funcionários envolvidos na condução de atividades tecnológicas?

☐ NÃO

☐ SIM: Indicar programas e locais de treinamento

15c) A formação dos funcionários envolvidos em atividades tecnológicas corresponde às demandas da [empresa/unidade investigada]? Isto é, as instituições de ensino técnico e superior estão formando profissionais com as qualificações requeridas pela [empresa/unidade investigada], e a um nível apropriado?

IV.1) Mudanças no PRODUTO

- 15) Entre 1999-2002, ocorreu alguma mudança de caráter tecnológico nos principais **produtos/linhas de produto**? Isto é, alguma mudança que tenha alterado suas características? Em caso afirmativo, faça uma apreciação dos impactos/efeitos do produto que passou por mudança tecnológica em termos do faturamento e da posição competitiva da [empresa/unidade investigada].

☐ SIM

16a) mudança que representou alteração completa nas características fundamentais do produto, implicando um novo produto. Quais?

Impactos/Efeitos:

16b) mudança que representou melhoria nas características fundamentais do produto. Quais?

Impactos/Efeitos:

16c) apenas mudanças sem alteração nas características fundamentais do produto. Quais?

Impactos/Efeitos:

☐ NÃO, nenhum tipo de mudança

17) Relacionar a (s) principal (s) mudança (s) nos produtos/linhas de produto. Preencha a tabela a seguir de acordo com as opções apresentadas no quadro abaixo:

<p>1ª coluna: <u>representou uma novidade para:</u></p> <p>(MM) o mercado mundial</p> <p>(MR) o mercado regional</p> <p>(MI) o mercado nacional</p> <p>(EM) apenas para a empresa → indicar há quanto tempo os concorrentes introduziram esta mudança?</p>	
<p>2ª coluna: <u>quem desenvolveu esta nova tecnologia:</u></p> <p>(EM) a empresa</p> <p>(MT) a matriz Questão: 13</p> <p>(TR) terceiros</p> <p>(PC) em parceria Questão: 11b</p>	
<p>3ª coluna: <u>onde foi desenvolvida</u></p> <p>(BR) principalmente no Brasil</p> <p>(EX) principalmente no exterior → em que país?</p>	

Mudanças no produto	Novidade para (MM, MR, MI, EM)	Gerada por (EM, MT, TR, PC)	Local (BR, EX)

16) Quais os resultados decorrentes da (s) mudança (s) nos produtos em termos da estratégia da [empresa/unidade investigada]?

	1	2	3	4
Resultado	Não relevante	De alguma importância	Importância moderada	Crucial

Resultados das mudanças nos PRODUTOS	Resultado (1-4)
I) <u>Aumento de receita/faturamento</u>	
Ampliação das vendas no mercado interno * isto implicou aumento do <i>market-share</i> mercado interno?	
Desenvolvimento de novos mercados	
Aumento das exportações	
Diversificação	
Melhorou a qualidade dos produtos	
II) Redução de custos: em que/como?	
III) <u>Diversos</u>	
Reduzir danos ambientais	
Enquadramento em regulações/normas padrão (Brasil)	
Enquadramento em regulações/normas padrão (Exterior)	
Adequar às condições da demanda/cliente	
Outros (especifique)	

IV.2) Mudanças no PROCESSO

- 17) Identifique e classifique as principais tecnologias e/ou práticas organizacionais associadas ao processo produtivo da indústria que a [empresa/unidade investigada] atua. Isto é, quais tecnologias e/ou práticas organizacionais são IMPORTANTES/CRUCIAIS para ser competitivo nesta indústria?

Preencha a tabela a seguir de acordo com as opções apresentadas no quadro abaixo:

2ª coluna: <u>característica tecnologia</u> (A) estável, OU (B) em mudança constante (C) difundida OU (D) restrita	3ª coluna: <u>situação da empresa</u> (A) utiliza/adota (B) NÃO utiliza/NÃO adota
--	---

Tecnologia de processo e/ou Práticas organizacionais	Características A: estável OU B: em mudança constante C: difundida OU D: restrita	Situação da empresa (utiliza OU Não utiliza)	Observações
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

- 18) Entre 1999-2002, ocorreu alguma mudança de caráter tecnológico e/ou organizacional nos principais **processos produtivos** da [empresa/unidade investigada]? Em caso afirmativo, comente sobre os impactos/efeitos da (s) mudança sobre a produtividade, faturamento e posição competitiva da [empresa/unidade investigada].

☐ SIM

21a) Quais?

Impactos/Efeitos:

☐ NÃO, nenhum tipo de mudança

19) Relacionar a (s) principal (s) mudança (s) de processo. Preencha a tabela a seguir de acordo com as opções apresentadas no quadro abaixo

<p>1ª coluna: <u>representou uma novidade para:</u></p> <p>(MM) o mercado mundial</p> <p>(MR) o mercado regional</p> <p>(MI) o mercado nacional</p> <p>(EM) apenas para a empresa → indicar há quanto tempo os concorrentes introduziram esta mudança?</p> <p>2ª coluna: <u>quem desenvolveu esta nova tecnologia:</u></p> <p>(EM) a empresa</p> <p>(MT) a matriz</p> <p>(TR) terceiros</p> <p>(PC) em parceria</p> <p>3ª coluna: <u>onde foi desenvolvida</u></p> <p>(BR) principalmente no Brasil</p> <p>(EX) principalmente no exterior → em que país?</p>

Mudanças nos processos	Novidade para (MM, MR, MI, EM)	Gerada por (EM, MT, TR, PC)	Local (BR, EX)

20) Quais os resultados decorrentes da (s) mudança (s) nos PROCESSO em termos da estratégia da [empresa/unidade investigada]?

	1	2	3	4
Resultado	Não relevante	De alguma importância	Importância moderada	Crucial

Resultados das mudanças nos PROCESSOS	Resultado (1-4)
I) <u>Aumento de receita/faturamento</u>	
Ampliação das vendas no mercado interno * isto implicou aumento do <i>market-share</i> mercado interno?	
Desenvolvimento de novos mercados	
Aumento das exportações	
Diversificação	
Melhorou a qualidade dos produtos	
II) Redução de custos: em que/como?	

III) <u>Diversos</u>	
Reduzir danos ambientais	
Enquadramento em regulações/normas padrão (Brasil)	
Enquadramento em regulações/normas padrão (Exterior)	
Adequar às condições da demanda/cliente	
Melhorar segurança no trabalho	
Outros (especifique)	

IV.3) **Mudanças – PRODUTO E PROCESSO**

21) Qual a estratégia da [empresa/unidade investigada] para proteger os conhecimentos associados a novas tecnologias de produto e/ou processo, nos casos em que contribuiu para seu desenvolvimento?

25b) A [empresa/unidade investigada] depositou alguma patente referente a mudança tecnológica nos seus produtos e/ou processo? Se sim, informar o número de patentes e a base de depósito (INPI, WIPO/PCT, EPO...).

- ☐ SIM, no Brasil. Quantas? _____ Base de depósito? _____
- ☐ SIM, no Exterior. Quantas? _____ Base de depósito? _____
- ☐ NÃO

25c) A [empresa/unidade investigada] publicou artigo/livro técnico/científico associado a mudanças nos seus produtos e/ou processo? (apenas publicação a partir da(s) unidade(s) brasileira(s))

- ☐ NÃO
- ☐ SIM, indicar as referências:

22) A [empresa/unidade investigada] EFETUOU algum pagamento referente às mudanças tecnológicas e/ou organizacionais recentes nos seus produtos e/ou processos produtivos (não inclui pagamento a funcionários)? Indique o valor envolvido e o destino do pagamento (Brasil ou exterior).

Modalidade de PAGAMENTO	Sim	Não	Valor	Destino (país)
licença para exploração de patentes				
licença para uso de marcas				
<i>franchising</i>				
serviços de pesquisa				
serviços de desenvolvimento				
<i>know-how</i>				
<i>softwares</i> e outros				
máquinas, equipamentos, <i>hardware</i>				
serviços tecnológicos (testes, análises, pareceres técnicos)				
outros (especifique)				
TOTAL pagamentos				

23) A [empresa/unidade investigada] RECEBEU algum pagamento referente às mudanças tecnológicas e/ou organizacionais recentes nos produtos e/ou processos produtivos? Indique o valor envolvido e a origem do pagamento (Brasil ou exterior).

Modalidade de RECEBIMENTO	Sim	Não	Valor	Origem (país)
licença para exploração de patentes				

licença para uso de marcas				
<i>Franchising</i>				
serviços de pesquisa				
serviços de desenvolvimento				
<i>know-how</i>				
<i>softwares</i> e outros				
serviços tecnológicos (testes, análises, pareceres técnicos)				
outros (especifique)				
Total recebimentos				

V) Recursos para as atividades tecnológicas e mudanças

24) Quais as fontes de recursos para financiamento para as atividades tecnológicas? Indicar o valor dos recursos liberados para o ano mais recente disponível.

Fonte de recursos	Atividade Interna (R\$ ou US)	Aquisição de tecnologia (R\$ ou US)	Total (R\$ ou US) Ano: _____	%
recursos próprios				
recursos de empresas associadas/matriz				
recursos de outras empresas no Brasil				
recursos públicos				
Bancos privados				
outros organismos internacionais				
outros (especifique)				
TOTAL				100%

25) No caso da [empresa/unidade investigada] receber suporte governamental, preencher a tabela abaixo indicando a agência (FINEP, BNDES, SEBRAE, CNPq, etc), o programa a que se engajou e o montante dos recursos envolvidos (e o ano).

Agência	Programa	Valor/Ano

26) Qual a avaliação da [empresa/unidade investigada] das linhas de financiamento público atualmente disponíveis para projetos tecnológicos?

A [empresa/unidade investigada] teve algum projeto tecnológico apresentado a agências governamentais para o qual:

Situação	NÃO	SIM	Observações
-----------------	------------	------------	--------------------

a agência governamental emitiu <u>parecer negativo</u>			
a agência governamental <u>demorou</u> para apresentar o parecer			
a empresa <u>deixou de</u> <u>solicitar</u> recursos públicos			