

S
UFRJ/IEI
TD111

043970-3

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituto de Economia Industrial

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 111
AUTOMAÇÃO E COMPETITIVIDADE:
UMA AVALIAÇÃO DAS TENDÊNCIAS
NO BRASIL

José Ricardo Tauile

Março/1987



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL

AUTOMAÇÃO E COMPETITIVIDADE:
UMA AVALIAÇÃO DAS TENDÊNCIAS NO BRASIL

José Ricardo Tauile
Fevereiro/1987



Automação e Competitividade:

Uma avaliação das tendências no Brasil

José Ricardo Tauile +

*Instituto de Economia Industrial
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

*Preparado para a Organização
Internacional do Trabalho*

Novembro/1986

+ Participaram neste projeto: como consultores da parte 1, Mariano Francisco Laplane, Carlos Kawal Leal Ferreira e Luciana Togeiro; como consultores da parte 2, Luis Antonio Catão e Carlos Eduardo Frickmann Young (Têxtil), Silvia Roberto Tavares (Vestuário), Carlos Eduardo Fernandes da Silveira (Calçados), Carlos Kawal Leal Ferreira (Máquinas-ferramenta), José Carlos Pereira Peliano (Automobilística), Carlos Eduardo Melo de Oliveira (Aeronáutica), Paulo Bastos Tigre (Equipamentos de Computação) e Maurício Mesquita Moreira (Equipamentos de Telecomunicações); Hubert Schmitz como consultor na formulação e acompanhamento geral do projeto. Carlos Eduardo Melo de Oliveira, Luis Antonio Catão e Carlos Eduardo Frickmann Young foram dedicados e competentes pesquisadores, sem os quais este projeto não teria sido completado a tempo e com a qualidade desejada. Francisco de Assis Oliveira Teixeira datilografou, incansavelmente, esta versão do relatório. A todos agradeço penhorado e reconheço ter sido este um trabalho coletivo. Isento-os, entretanto, por quaisquer falhas e deficiências encontráveis neste relatório.

Este relatório está sendo copiado numa edição limitada como Texto para Discussão do IEI, por especial deferência da Organização Internacional do Trabalho.

ÍNDICE

I - INTRODUÇÃO	
I.1 - Objetivos do Estudo	2
I.2 - Problemas e limitações.	4
II - DIFUSÃO E PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE BASE MICROELETRÔNICA NO BRASIL	
II.1 - Controladores Lógico Programáveis (CLPs)	6
II.1.a - Evolução do Mercado Brasileiro.	7
II.1.b - Tendências de Indústria e Estratégia das Empresas Fabricantes.	9
II.1.c - Conclusões	15
II.2 - Máquinas-Ferramenta com Comando Numérico	16
II.2.a - Difusão: Situação Atual e Perspectivas.	16
II.2.a.1 - Breve Histórico da Introdução de MFCN no Brasil.	16
II.2.a.2 - MFCN Instaladas e Dimensões do Mercado Brasileiro	16
II.2.a.3 - Caracterização dos Usuários.	17
II.2.a.4 - Perspectivas do Mercado.	20
II.2.b - Tendências da Indústria e Estratégias das Empresas Fabricantes.	20
II.2.b.1 - Estrutura: Indústria de Máquinas e de Comandos.	20
II.2.b.2 - Estratégias de Concorrência: Indústria de CN	22
II.2.b.3 - Preços	24
II.2.c - Conclusões	26
II.3 - Robôs Industriais.	27
II.3.a - Difusão: Situação Atual e Perspectivas.	27
II.3.a.1 - Robôs Instalados e Dimensões do Mercado Brasileiro	27
II.3.a.2 - Principais Aplicações e Características das Empresas Usuárias.	27
II.3.b - Tendências da Indústria e Estratégias das Empresas Fabricantes.	29
II.3.b.1 - Estrutura da Indústria	29
II.3.b.2 - Estratégia e Concorrência.	32
II.3.c - Conclusões.	38

II.4 - Sistemas de "Computer Aided Design" (CAD)	39
II.4.a - Difusão: Situação Atual e Perspectivas.	39
II.4.a.1 - Sistemas Instalados e Dimensões do Mercado Brasileiro	39
II.4.a.2 - Principais Aplicações e Características das Empresas Usuárias.	40
II.4.b - Tendências da Indústria e Estratégias das Empresas Fabricantes	41
II.4.b.1 - Evolução Recente	41
II.4.b.2 - Estrutura da Indústria	43
II.4.b.3 - Estratégias de Concorrência.	46
II.4.c - Conclusões	50
III - SETORES	
III.1 - Têxtil	51
III.1.a - O Panorama Tecnológico Internacional	51
III.1.b - A Situação do Brasil	52
III.1.b.1 - Introdução.	52
III.1.b.2 - Situação Atual do Setor	53
III.1.b.3 - Determinantes de Automação.	55
III.1.b.4 - Política Tecnológica e Competitividade.	57
III.1.c - Conclusões	58
III.2 - Vestuário	59
III.2.a - O Panorama Tecnológico Internacional	59
III.2.b - A Situação do Brasil	61
III.2.b.1 - A evolução recente e a penetração dos EAME.	61
III.2.b.2 - Determinantes de automação microeletrônica	63
III.2.c - Conclusões	66
III.3 - Calçados	67
III.3.a - O Panorama Tecnológico Internacional	67
III.3.b - A Situação do Brasil	67
III.3.b.1 - Introdução.	67
III.3.b.2 - Determinantes de automação microeletrônica	69
III.3.b.3 - Política Tecnológica e Competitividade.	72
III.3.c - Conclusão.	73

III.4 - Máquinas-Ferramenta	74
III.4.a - Características Gerais e Fronteira Tecnológica Internacional	74
III.4.b - A Situação do Brasil	75
III.4.b.1 - Nível Tecnológico dos Fabricantes de CN	76
III.4.b.2 - Determinantes da Automação.	77
III.4.b.3 - A Política Tecnológica e suas Implicações sobre os Determinantes de Competitividade.	79
III.4.c - Conclusões	80
III.5 - Automobilística	82
III.5.a - O Panorama Tecnológico Internacional	83
III.5.b - A Situação do Brasil	83
III.5.b.1 - Introdução.	83
III.5.b.2 - Nível Tecnológico da Indústria Automobilística Brasileira.	84
III.5.b.3 - Determinantes de Automação Microeletrônica	86
III.5.b.4 - Política Tecnológica e Competitividade.	91
III.5.c - Conclusões	94
III.6 - Aeronáutica	94
III.6.a - Características Gerais e Fronteira Tecnológica Internacional	94
III.6.b - A Caracterização da Aeronáutica no Brasil: importância e especificidade da EMBRAER.	94
III.6.b.1 - Introdução.	94
III.6.b.2 - A automação microeletrônica na produção da EMBRAER.	96
III.6.b.3 - Os Determinantes de automação: motivos e obstáculos à introdução dos EAME na EMBRAER	98
III.6.c - Conclusões	99
III.7 - Equipamentos de Processamento de Dados.	100
III.7.a - O Panorama Tecnológico Internacional	100
III.7.b - A Situação do Brasil	103
III.7.b.1 - Competitividade Interna e Política Tecnológica	103
III.7.b.2 - Competitividade Externa	106
III.7.b.3 - Atualização Tecnológica	107
III.7.b.4 - Determinantes da Automação Microeletrônica	108
III.7.c - Conclusões	112

III.8 - Indústria de Equipamentos de Telecomunicações. . .	114
III.8.a - O Panorama Tecnológico Internacional.	114
III.8.a.1 - Estrutura de Mercado	114
III.8.a.2 - Tecnologia	114
III.8.a.3 - Tecnologia de Processo e Automação . . .	115
III.8.b - A situação do Brasil.	116
III.8.b.1 - Histórico	116
III.8.b.2 - Estrutura e Desempenho	118
III.8.b.3 - Automação e Competitividade.	119
III.8.c - Conclusões	121
IV - SUMÁRIO E CONCLUSÕES	
IV.1 - A difusão de EAME e seus impactos a nível internacional	129
IV.2 - A difusão no Brasil	130
IV.3 - Importância dos mercados externos e destino das exportações: Competitividade recente e perspec- tivas futuras	131
IV.4 - Considerações Finais.	134
BIBLIOGRAFIA	138

with a little help from my friends

I. INTRODUÇÃO

I.1 - Objetivos do Estudo

O presente estudo tem por objetivo fazer uma avaliação das vinculações entre a mudança de base técnica provocada pela difusão de equipamentos automatizados por microeletrônica (EAME) e as alterações correspondentes nas condições de competitividade da indústria no Brasil.

Este estudo foi precedido por um outro semelhante, recém concluído que, a partir da literatura básica disponível, tratou essencialmente da mesma questão no âmbito da economia internacional e da respectiva fronteira tecnológica. No presente estudo, assim como no anterior, não foram analisados os setores industriais cuja produção é organizada em fluxo contínuo (petroquímica, siderurgia, etc.).

Considerado o mais desenvolvido dos países subdesenvolvidos, o Brasil, após um período de estabelecimento e consolidação de seu parque industrial que durou várias décadas marcadas por intenso crescimento econômico, encontra-se na iminência de novas e significativas transformações de seu parque produtivo. Ao completar-se o primeiro ciclo industrial sob a égide da indústria automobilística e dos grandes projetos faraônicos de infraestrutura que colocavam em marcha uma economia modernizada a "forceps", cheia de contradições e por isso mesmo adequadamente decantada como "selvagem", o País viu-se diante de sua primeira crise industrial. Crise esta vinculadas às, e agravada pelas pressões provenientes da economia internacional que enlaçou inúmeras economias em desenvolvimento através de um diabólico e poderoso sistema de endividamento financeiro.

Não bastasse assim a forte presença direta de empresas multinacionais na economia brasileira, substituindo importações porém mantendo internacionalizado o mercado interno, muitas das empresas locais (nacionais ou subsidiárias de estrangeiras) viram-se forçadas a direcionar sua produção para o mercado externo, adaptando-se para enfrentar os diversos padrões vigentes de concorrência internacional.

Por força das dimensões da dívida externa do País, e a menos que haja uma grave e sólida decisão política de não saldá-la (possibilidade que não cabe discutir aqui), a economia brasileira está compelida e comprometida, por um considerável período de tempo, a gerar divisas, principalmente através de exportações. Evidentemente, nem sempre é simples para as empresas manterem uma estrutura produtiva dual, com uma parte da produção sendo exportada e outra dirigida para o mercado interno. Como a concorrência também acirrou-se no mercado interno devido à súbita debilidade da demanda, a solução geralmente encontrada foi reorganizar as estratégias de produção de forma a ser possível atender, simultânea e competitivamente, ambos os mercados. Convém lembrar que apesar de internacionalizado, o mercado interno tem padrões de concorrência bastante distintos daqueles vigentes no mercado mundial. Além disso, tanto o mercado interno como o mundial são bastante heterogêneos em termos das diferentes características econômicas e tecnológicas, intersetoriais ou interregionais.

O grande desafio vencido pela economia brasileira nas últimas décadas foi implantar um amplo parque industrial, com base essencialmente na eletromecânica. Não importou a que custo (financeiro e social) e com que qualidade (de produtos e de vida). Considerações sociológicas à parte, o fato é que, por volta da virada da década de oitenta, a economia brasileira foi capaz de responder, de modo minimamente satisfatório, a uma exigência de crescimento substancial de exportações. E o fez, em grande parte, apoiada na capacidade produtiva da indústria localmente instalada, que revelou-se, por razões variadas de seus diversos segmentos, competitiva internacionalmente.

Se, por razões estruturais e conjunturais da economia brasileira, foi possível responder à súbita pressão da exigência exportadora, não se pode aceitar que estas condições permaneçam constantes. Principalmente porque, como é notório, a estrutura da economia mundial tem sofrido, recentemente, significativas transformações, provocadas pela difusão da base técnica microeletrônica e pela adoção de métodos coetâneos de organização da produção.

Esta mudança de base técnica começa assim a atingir também a indústria brasileira, ainda que de modo bastante diferenciado de setor para setor. A intenção deste trabalho é justamente fazer uma avaliação das atuais condições de alguns setores industriais no Brasil, no que se refere ao estágio de difusão dos EAME e a como, conseqüentemente, os padrões de concorrência estão sendo alterados.

Há um pressuposto básico que perpassa o estudo e uma questão de fundo e uma hipótese a ser investigada. O pressuposto é que as estruturas produtivas locais tendem a ser atualizadas, ainda que neste momento inicial mais lentamente em relação aos padrões tecnológicos internacionais de produtividade e de qualidade. Com isso, inevitavelmente, o mercado local será "upgraded" mesmo que não atinja, no curto prazo, os padrões de especificações da fronteira internacional (isto, aliás, pode ocorrer mas de maneira esporádica e não generalizada).

A questão de fundo diz respeito à efetiva ameaça que a difusão da base técnica ME nos países desenvolvidos coloca para a indústria brasileira (ou para seus diversos segmentos, pois evidentemente têm especificidades diferentes entre si) e qual a resposta que esta pode dar em termos de atualização do seu parque produtivo.

Em segundo lugar, supõe-se que (ou questiona-se se, ou a que custo) as demandas tecnológicas para manutenção da competitividade local podem ser fundamentalmente atendidas pela oferta de uma nascente indústria nacional de EAME. Existem hoje posições competitivas internacionais estabelecidas por segmentos industriais no Brasil, que são baseadas tanto no baixo custo da mão-de-obra local, como na especificidade de mercados similares aos brasileiros, ou ainda na própria modernidade de plantas recém instaladas no País (Erber et alii, 1985). Assim, levanta-se aqui a hipótese de que, mesmo dependendo fortemente de avanços iniciais incrementais na capacidade

de produção local de EAME, não somente é possível manter a competitividade de vários segmentos da indústria local como também, a longo prazo, resulta uma capacitação tecnológica nacional mais sólida que virá permitir uma integração na divisão internacional do trabalho em condições menos desvantajosas para o País.

Este trabalho foi, por isso, dividido em duas partes. A primeira trata da capacidade atual de produção, no Brasil, de quatro dos principais EAME: controladores lógico-programáveis (CLP), máquinas ferramenta com controle numérico (MFCN), robôs e projeto assistido por computadores (CAD). Esta parte baseia-se numa revisão dos estudos já feitos a respeito do tema, em levantamentos de artigos publicados pela imprensa especializada e em entrevistas junto a vinte empresas fabricantes deste tipo de equipamento, bem como a técnicos de instituições de ensino e pesquisa. São apresentadas as informações disponíveis sobre a situação atual e perspectivas de difusão dos equipamentos selecionados, as principais tendências dos segmentos produtores e as estratégias das empresas fabricantes de cada um destes equipamentos. Finalmente são formuladas algumas conclusões gerais sobre o estágio atual de difusão (de uso e de produção) de EAME no Brasil.

Na segunda parte são analisados setores industriais: têxtil, vestuário, calçados, máquinas-ferramenta, automobilístico, aeronáutico, equipamento de processamento de dados (computadores) e equipamentos de telecomunicações. Tendo em vista o curtíssimo prazo para realização de pesquisas optou-se, sempre que possível, por consultar especialistas sobre os setores analisados e em alguns casos a abordagem apoiou-se fortemente em seus trabalhos (prévios, ou em andamento). Procurou-se homogeneizar o tratamento de cada um dos setores, de acordo com as informações disponíveis, da seguinte maneira: começam traçando um panorama tecnológico da fronteira internacional. A seguir, analisa-se a importância do setor na economia, a estrutura do mercado interno, padrões de competição vigentes, o nível tecnológico das empresas no Brasil vis-à-vis o nível vigente nos países desenvolvidos e particularmente os determinantes das novas formas de automação, isto é, os fatores que estimulam e freiam as empresas a utilizarem os EAME. Sempre que possível e/ou pertinente é feita uma abordagem sobre a adequação das políticas governamentais vigentes (a importância da Lei Nacional de Informática) para a difusão destes equipamentos em cada setor.

Finalmente, à guisa de conclusão, procura-se avaliar a premência de acelerar os níveis de difusão de EAME em função do "gap" tecnológico existente (e das tendências à redução ou alargamento desta defasagem) em relação aos países desenvolvidos e à consequente modificação das condições de competitividade de cada setor no Brasil.

I.2 - Problemas e limitações

As vinculações entre tecnologia e competitividade raramente são abordadas de forma objetiva e concreta na literatura econômica. Não existe um método estabelecido e amplamente aceito como válido para este tipo de análise. Até porque as empresas, com raras exceções, não

permitem o acesso a seus dados sobre custo e performance de técnicas adotadas, seja por considerarem-nas estratégicas (e logo tratadas como segredo industrial), seja por não disporem dos respectivos cálculos econômicos (não têm interesse ou competência para isso). Assim, procurou-se desenhar uma análise, ainda que eventualmente simples ou mesmo tentativa, que levasse em consideração o tipo e a confiabilidade das informações disponíveis e acessáveis.

Este estudo, por vezes, encaminhou-se para outros âmbitos, como por exemplo, os da economia do trabalho (efeitos sobre o emprego, qualificações, etc.). Se, com frequência, foi inevitável adentrá-lo fronteiramente, procurou-se manter focado centralmente o tema proposto: vinculação entre difusão de EAME e alteração nos padrões de competitividade.

Apesar de relativamente grande e desafiadora, a tarefa proposta no projeto inicial foi basicamente cumprida e os resultados, se não foram melhores, ou mais profundos, devem-se às próprias limitações (basicamente de tempo e recursos financeiros) com que se trabalhou. Para finalizar, cabe registrar que, por força destas limitações deixaram de ser analisados os setores produtores de alimentos/bebidas, armamentos e veículos navais, sobre os quais aliás existem escacíssimas informações já acessadas academicamente.

Não obstante, conseguiu-se fornecer um quadro razoavelmente representativo da indústria manufatureira no Brasil.

II - DIFUSÃO E PRODUÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE BASE MICROELETRÔNICA NO BRASIL

II.1 - CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMÁVEIS (CLPs)

Os CLPs são dispositivos eletrônicos de estado sólido que, essencialmente substituem os tradicionais relés no controle de máquinas e processos industriais.

A estrutura básica dos CLPs consiste, essencialmente, de três subsistemas:

- unidade central de processamento (CPU);
- memória;
- módulos de entrada e saída de informação (E/S).

Atuam conforme o seguinte princípio de funcionamento:

- os módulos de entrada captam e codificam sinais analógicos e digitais provenientes de sensores estrategicamente espalhados pela máquina ou instalações de processamento a serem controladas;
- tais sinais acionam a CPU que busca instruções na memória;
- a "resposta" da memória é processada na CPU que envia - através dos módulos de saída - novos comandos para a máquina ou processo;
- a operação toda é repetida ciclicamente.

Os CLPs surgiram no final da década de 60 para atender especificamente os problemas associados à inflexibilidade dos controles a relés na indústria automobilística. Com isto, foram projetados para simplesmente substituir os relés, limitando suas aplicações a máquinas e processos repetitivos. Mesmo assim face ao seu tamanho reduzido, facilidade de instalação e baixo consumo, seu uso foi se difundindo em outras indústrias.

No início da década de 70, com o avanço da tecnologia dos microprocessadores, os CLPs passaram a ser dotados de "inteligência" e ainda maior flexibilidade. Foram viabilizadas, entre outras coisas: interface com operador e computador, e introdução de funções aritméticas, resultando em novas aplicações para os CLPs.

Ao final dessa década, inovações importantíssimas ocorreram, tais como:

- incrementos na sua capacidade de memória;
- possibilidade de controle de E/S remotas (distantes da CPU);
- desenvolvimento de controles analógicos, aproximando a tecnologia CLP à área de instrumentação; vale dizer, sua aplicação no controle de processos contínuos de fabricação;
- interface com monitores de vídeo e impressoras;
- fabricação de módulos de CLPs, viabilizando a configuração de redes (interligação de uma família de CLPs de portes

distintos), bem como um processo de automação progressiva (um CLP de pequeno porte, com reduzida capacidade de memória e alguns pontos de E/S, pode ser ampliado através de vários módulos semelhantes).

Nos anos 80, no geral, os esforços vêm se concentrando no aperfeiçoamento das inovações anteriores, por exemplo: ao nível dos equipamentos periféricos e dos módulos inteligentes (alterações nos tipos de memória - RAM, EPROM, EEPROM - a fim de elevar a flexibilidade da reprogramação e lidar com os problemas de falta de energia); e principalmente, otimização do ciclo de varredura (tempo decorrido entre a leitura do estado das entradas e a atualização das saídas), aproximando-o do tempo real.

Assim, os CLPs evoluíram de simples relés para assumirem inúmeras outras funções, com destaque para sua aplicação no interligamento de diversas unidades (por exemplo, interface máquina-ferramenta com robô), caminhando para "controladores de processo", propriamente ditos (com as redes de controle descentralizado de processamento contínuo) e chegando perto de um micro ou minicomputador em muitas aplicações industriais (dada a capacidade de processamento de um CLP de grande porte).

II.1.a - Evolução do Mercado Brasileiro

Em 1971, o número de CLPs instalados no Brasil não passava de 50 unidades. A partir de 1981 a difusão de seu uso se acelerou a ponto de, atualmente, estimar-se um número superior a 1.600 unidades instaladas. (Ver Gráfico 1.1).

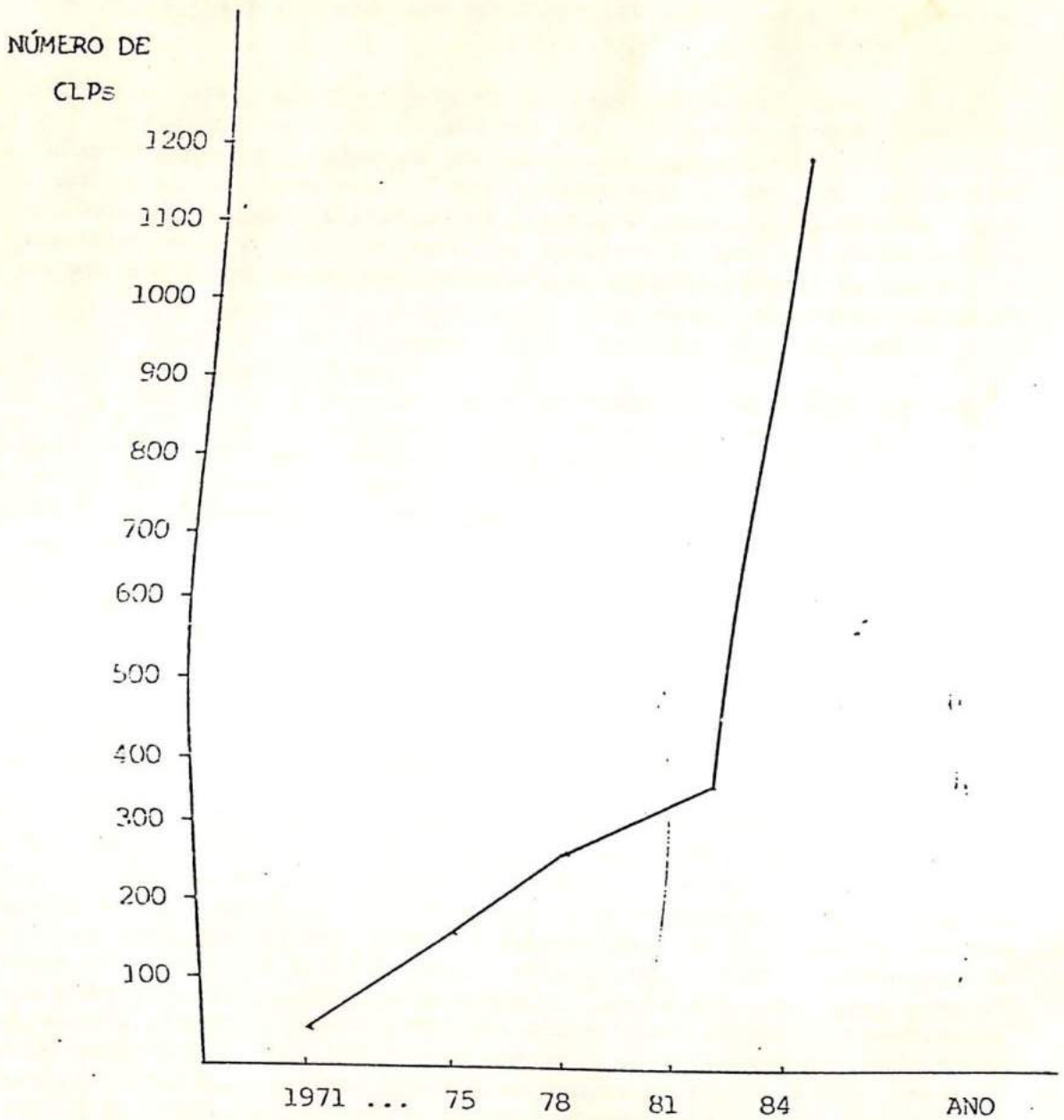
Essa acentuada elevação da difusão de CLPs na década de 80 certamente está relacionada à própria evolução da tecnologia em fins de 70, que tornou mais atraente o seu uso. Por outro lado, não pode ser dissociada da política da SEI no período 80/84, que representou um estímulo adicional à demanda de CLPs, ao promover a diversificação e atualização dos produtos de fabricação local.

O mercado anual de CLPs é avaliado, por técnicos das primeiras empresas do mercado, em US\$ 25 a 30 milhões, que embora vultoso, é incipiente se comparado ao seu mercado potencial, que permanece largamente dominado pelos comandos elétricos e aparelhos de comando de lógica fixa - intermediário entre os acionados por relés e o programável (IPESI, jul/ago/85). Isto pode ser explicado, em parte, pelos seguintes motivos: o diferencial de preços (controlador programável x convencional) ainda não torna suficientemente atraente a opção CLP; a automação de máquinas mais simples é satisfatoriamente atingida com o uso de equipamentos convencionais; a própria inércia das empresas a adentrar num processo de automação industrial é grande.

De qualquer modo, não há dúvidas quanto à rapidez com que este mercado vem se expandindo, cabendo conhecer as principais indústrias que estão fomentando essa difusão. No que se refere aos CLPs de médio e grande portes, parcela significativa da demanda das indústrias com processos contínuos de fabricação (siderúrgica,

Gráfico 1.1

EVOLUÇÃO DOS CLPs INSTALADOS NO PAÍS



FONTE: PANTOM, in: Máquinas e Metais, dezembro/84, p. 18.

química, petroquímica, cimento, etc.), além da indústria automobilística e fabricantes de máquinas-ferramenta e operatrizes. É interessante ressaltar que a maior demanda de CLPs de grande porte parte dos grandes projetos de investimento estatais, tais como: Petrobrás, Carajás, Usiminas, Alcan, etc. Quanto ao segmento de CLP de pequeno porte, seus principais compradores são: fabricantes de máquinas mais simples (por exemplo, manipuladores programáveis) ou com processos de fabricação mais simples.

II.1.b - Tendências da Indústria e Estratégias das Empresas Fabricantes

O passo inicial da política para CLPs foi dado em abril de 1980, quando a reserva de mercado foi estendida a esse segmento (Ato Normativo no. 06/80). Em julho de 1982, a SEI convocou empresas nacionais a apresentarem projetos de fabricação de CLPs, permitindo-se a aquisição de tecnologia externa. A seleção de empresas se estendeu pelos anos de 83/84, sendo aprovados projetos de fabricação e desenvolvimento de CLPs de:

- grande porte: todos com licenciamento de tecnologia;
- pequeno e médio portes: quase que a totalidade com tecnologia própria. (Ver Tabela 1.1, a seguir)

Na opinião dos fabricantes consultados, atualmente, as empresas METAL LEVE, SISTEMA e ENGELEIRO mantêm a liderança neste último mercado. Outras empresas com posição destacada seriam, segundo as mesmas fontes, MAXITEC, DIGICON e ALTUS. Nessa classificação pode-se fazer a seguinte qualificação: as três primeiras concorrem mais proximamente no segmento de grande porte; a Maxitec e Digicon nos de médio e grande porte e a Altus, mais no de pequeno porte. Com exceção desta última, todas as demais licenciaram tecnologia.

A Metal Leve é, reconhecidamente, a primeira colocada no mercado e tal posição decorre, em grande medida, da própria forma por ela escolhida para penetrar no segmento de CLPs. Foi a partir da compra integral da Allen Bradley do Brasil - empresa instalada há sete anos no país e que já havia vendido algumas centenas de CLPs, com índice de nacionalização superior a 90%, com garantia de licenciamento de tecnologia de toda a sua linha de CLPs (inclusive para novos lançamentos). Desse modo, a Metal Leve lançou-se nesse mercado a partir de um patamar mais elevado que suas concorrentes, contando com produtos em avançado estágio de nacionalização e com uma carteira importante de clientes.

Tanto assim que, em 1985, a empresa obteve um crescimento de 20% de suas vendas globais de CLP (incluídos: CPU, terminais de programação, painel de controle, etc.) sobre o ano anterior e espera repetir este comportamento no presente ano. Tal evolução das vendas confere à Metal Leve uma participação de cerca de 30% no valor do mercado anual de CLPs, totalizando, até o momento, 900 unidades de CLP (CPUs) instaladas (incluem-se aqui aquelas unidades comercializadas pela Allen Bradley antes de sua compra pela Metal Leve).

Tabela 1.1
EMPRESAS FABRICANTES DE CLP's

EMPRESA	DATA DE FUNDAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	MODELOS	TECNOLOGIA
<u>I. Fabricação com licenciamento de tecnologia:</u>				
DIGICON		S. PAULO-SP	CP-DIG-80	ISSC
ENGELETRO		BELO HORIZONTE-MG	EGLT-1464	MODICOM
MAXITEC		S. PAULO-SP	MXT 1001	SIEMENS
			MXT 11C	
			MXT 3001	
METAL LEVE		S. PAULO-SP	MXT 130	
			MINI CLP 2	ALLEN BRADLEY
			CLP 2/15	
			CLP 2/20	
			CLP 2/30	
SISTEMA AUTOM. IND. LTDA.	8/73	S. PAULO-SP	CP 3000 3A	RELIANCE
VILLARES		S. PAULO-SP	CP 3000 4A	
WEG		JARAGUA DO SUL-SC	HISEC	HITACHI
			A 100	AEG
			A 200	
			A 500	
<u>II. Fabricação com tecnologia própria:</u>				
ALTUS	10/82	PORTO ALEGRE-RS	AL-1000	-
ATOS	3/84	S. PAULO-SP	MPC-504	-
			MPC-511	
			MPC-514	
			MPC-521	
BCM ENG.	10/80	PORTO ALEGRE-RS	BCM 1085 A	-
			BCM 2085 A	
CAMBRIDGE			CAMCOM 5A	-
			CAMCOM 100	
CHRONOS	9/79	PORTO ALEGRE-RS	CPC 1000	-
			CCB-2100	
CMW	10/77	S. PAULO-SP	CPMW-10	-
			CPMW-20	
CONTROLTEC			CPC-85	-
ELEBRA TELECON	6/70	S. PAULO-SP	MAP-CP	-
HENGESYSTEMS	8/82	S. PAULO-SP	HGS-1000	-
ITALVOLT			MPC-84	-
			MPC-85	
PULSE	1/73		MANOCOMP	-
			AKKSON	-
			CLP-40	
			CLP-60	
VILLARES		S. PAULO-SP	VIGILOGIC-500	-

FONTE: Elaboração própria a partir de:

- SEI: Relação de Produtos Aprovados - Fabricação e Desenvolvimento out/84;
- DATA NEWS: Anuário de Informática 85/86
- Entrevistas junto a algumas das empresas.

A Metal Leve segue lançando no mercado interno os novos modelos de CLPs comercializados pela Allen Bradley nos EUA, com uma defasagem de 6 meses, aproximadamente. Atualmente, comercializa a linha 1771: 4 modelos de CLPs modulares (em termos da possibilidade de expansão do número de pontos de E/S) e que podem ser interligados a gerenciadores centralizados (um equipamento mestre, que no caso pode ser tanto um CLP quanto um micro ou minicomputador); ou seja, trata-se de uma família de CLPs que possibilita a configuração de uma rede de processamento distribuído. O tipo de produtos comercializados pela empresa, revela, de fato, qual o perfil de cliente que ela atinge: principalmente as indústrias com processos contínuos de fabricação, seguidas da automobilística. São os seguintes produtos:

- mini CLP-2 memória: 2K RAM com "back-up" bateria;
128 pontos de E/S (digitais e analógicos)
- CLP 2/15 memória: 2K RAM com "back up" EPROM;
128 pontos de E/S.
- CLP 2/20 memória: 16K RAM com "back up" bateria;
896 pontos de E/S.
- CLP 2/30 memória: 16K RAM com "back up" bateria;
896 pontos de E/S.

Este último é o equipamento mais comercializado pela Allen-Bradley a nível mundial, inclusive no Brasil

A modularidade destes modelos de CLPs deve-se apenas à possibilidade de expansão - até o dobro - dos número de pontos de E/S, pois a capacidade de memória permanece inalterada.

No que se refere ao tipo de memória, todos os modelos operam com RAM que, apesar de ter o problema de ser apagada quando da falta de tensão, tendo que ser acoplada a uma bateria, é considerada mais flexível que a EPROM no tocante à reprogramação. Esta última é mais indicada para equipamentos com "software" fixo, já que sua reprogramação é demorada, exigindo, inclusive, a passagem da mesma por um banho de raio ultravioleta.

A Metal Leve não realiza nenhum tipo de alteração no projeto licenciado (apenas insignificantes alterações a nível de componentes a fim de serem adaptados às condições locais de fabricação), pois a idéia central é visar sempre a intercambialidade mundial dos produtos com tecnologia Allen Bradley. Dessa forma, tanto o "hardware" quanto o "software" (alteração realizada: mera tradução de legendas) e o terminal de programação são universais.

Em relação aos processos produtivos, a empresa tem uma política de desenvolvimento de fornecedores cativos, o que, segundo a mesma, traz ganhos em qualidade porém é desvantajoso em termos de custo. Isto porque, a maioria desses fornecedores produzem a uma escala muito pequena de produção, o que acaba onerando o custo dos componentes e o preço do produto final.

A segunda empresa colocada no mercado, a SISTEMA - a partir do licenciamento da tecnologia Reliance, já instalou cerca de 200 unidades (CPUs) dos seguintes equipamentos:

CP-3000 3A memória: 32K(máx.) NVRAM C/EEPROM;
1536 pontos de E/S (máx.)

CP-3000 4A memória: 48K NVRAM C/EEPROM;
2048 PONTOS DE E/S (máx.)

Os grandes clientes da SISTEMA também estão nas indústrias com processos contínuos de fabricação, com destaque para a Petrobrás. Este fato, aliás, vem causando certo temor diante da hipótese de retração dos investimentos da Petrobrás face à queda nos preços do petróleo, o que teria um rebatimento direto sobre as vendas de CLPs da SISTEMA.

Nota-se que, a nível de produto, disputando no mesmo segmento que a Metal Leve - CLP de grande porte - a SISTEMA apresenta algumas novidades:

- a modularidade de seus equipamentos envolve tanto a ampliação da capacidade de memória, quanto do número de pontos de E/S;
- a memória do tipo NVRAM (memória não-volátil de acesso randômico) com "back-up" EEPROM: na falta de energia, o programa da NVRAM não se perde, pois simultaneamente é acionada a EEPROM (memória de reserva off-line) que possui o mesmo programa, que, em seguida, é transferido novamente para a NVRAM. Com isto, mantém-se a flexibilidade na reprogramação e elimina o problema de falta de tensão.

Essas inovações de produto são, na verdade, realizadas pela própria Reliance, pois a Sistema, da mesma forma que a Metal Leve, não altera os projetos licenciados.

A ENGELETRO, terceira empresa colocada no mercado, fabrica CLPs com tecnologia MODICOM. A aprovação de seu projeto, em 1983, pela SEI - o modelo EGLT 1484 - teve uma estreita relação com a aprovação do licenciamento da tecnologia Allen Bradley pela Metal Leve, que, nas palavras do próprio presidente da SEI:

"(...) contribui para se pensar na aprovação do projeto da Engeleetro, o único em condições de concorrer com a Metal Leve na faixa dos CLPs de grande porte. É preciso estimular a concorrência". (Dados e Idéias, Jun/83, pág.50).

A evolução dos acontecimentos mostrou, entretanto, que não só foi a Sistema que veio a concorrer mais aproximadamente com a Metal Leve, bem como a posição da Engeleetro é seguida de perto pelas investidas da Maxitec.

A MAXITEC - que, na classificação aqui levantada, divide a

quarta posição no mercado com a DIGICON - fabrica CLPs com tecnologia Siemens, já tendo instalado 115 unidades de CLPs (CPUs). Seus clientes parecem estar, em maior medida, na indústria automobilística, seguidos dos fabricantes de máquinas-ferramenta e operatrizes e, por fim, empresas com processos contínuos de fabricação.

São quatro os modelos de CLPs por ela comercializados:

MXT 1001	memória: 0,5 K RAM c/EPROM; 20 E e 125 (máx.)
MXT 110	memória: 4K EPROM; 256 pontos de E/S (máx.)
MXT 3001	memória: 8K RAM c/EEPROM ou EPROM; 512 pontos de E/S (máx.)
MXT 130	24 K e/ou EPROM; 1536 pontos de E/S (máx.)

As características dos equipamentos mostram que a Maxitec diversificou a sua produção a ponto de fornecer produtos nos três segmentos de mercado: pequeno, médio e grande portes. Além disso, investe com muita ênfase na comercialização de periféricos para CLPs, tais como: placas de monitoração e terminais de programação. Os produtos da Maxitec acompanham também a tendência de modularidade tanto em termos de memória, quanto de número de pontos de E/S. São fabricados aqui com ligeiras adaptações nos projetos originalmente licenciados, por exemplo, nos componentes e nos dispositivos de interface.

A DIGICON - também colocada em quarto lugar no mercado - fabrica CLPs com tecnologia ISSC. O modelo comercializado é o:

CP/DIG-80	memória: 4 K (máx.) RAM ou EPROM; 256 pontos de E/S (máximo)
-----------	---

Segue, portanto, a tendência de modularidade (para capacidade de memória e módulos de E/S, além da investida nos periféricos, comercializando mais de um modelo de terminal de programação.

A ALTUS, a única colocada entre as primeiras que não optou por licenciamento de tecnologia, vem surpreendendo suas concorrentes com a rapidez de seu crescimento. Para 1985, era estimado um crescimento da ordem de 200%.

Seu sucesso está associado ao direcionamento da produção para o segmento de mercado com menor poder aquisitivo, com CLPs de pequeno porte utilizados em aplicações pouco sofisticadas (modelo AL 1000).

A empresa acredita que a partir do êxito obtido com os CLPs, o desenvolvimento de produtos como comandos numéricos e robótica é uma tendência irreversível, passando antes por uma etapa de capacitação

requisições menos complexas - a empresa certamente está entre as mais bem sucedidas na fabricação de CLPs com tecnologia própria.

A ATOS, com tecnologia própria, com a série MPC 504, 511, 514, 521, todos monoplacas - os circuitos de E/S e processamento são alojados em uma única placa de circuito impresso -, se especializou na fabricação de CLPs para pequenos sistemas onde os controladores modulares tornam-se economicamente inviáveis (Ibid).

Finalmente, entre as empresas com projetos de fabricação de CLPs aprovados pela SEI está a ELEBRA TELECON, que fabrica uma família MAP (microprocessadores aplicados a processos), que incorpora a mais avançada tecnologia de CLPs para aplicação em processos contínuos de fabricação.

II.1.c - Conclusões

Os CLPs são um dos equipamentos de automação com base microeletrônica mais difundidos na indústria brasileira. O atual mercado para estes equipamentos, embora importante, representa apenas uma pequena parcela do mercado potencial. A difusão deverá ampliar-se significativamente na medida em que sejam realizados novos investimentos nos setores de insumos básicos (siderurgia, química, cimento, etc.) que constituem o principal mercado para os CLPs.

Os fabricantes brasileiros de CLPs dispõem de um conjunto de produtos razoavelmente diversificados em termos de porte e sofisticação. A atualização tecnológica dos produtos é garantida através do licenciamento de tecnologia no exterior. O desenvolvimento de tecnologia nacional para CLPs encontra-se ainda numa fase incipiente. São poucas as empresas nacionais com produtos de tecnologia própria que tem conseguido ocupar posições de destaque neste mercado.

II.2 - MÁQUINAS-FERRAMENTA COM COMANDO NUMÉRICO (MFCN)

II.2.a - Difusão: Situação Atual e Perspectivas

II.2.a.1 - Breve Histórico da Introdução de MFCN no Brasil

A importação de uma máquina Kearney e Trecker com CN da GE pela Ford, em 1968, deu início à difusão da MFCN na indústria brasileira. Considera-se no entanto que o ano de 1972 marca o início efetivo da difusão desta tecnologia, com a importação de 16 MFCN, contra as 3 máquinas importadas até então (Tauile, 1984b).

O início da difusão da MFCN no Brasil data, portanto, de um período de grande crescimento econômico (o "milagre") com altas taxas de crescimento do investimento industrial e liberalidade na importação de máquinas e equipamentos.

Somente em 1975 é que foi comercializada uma MFCN produzida localmente, pela empresa líder da indústria de MF, a ROMI, utilizando um CN importado (Tauile, *op.cit.*, p.53).

A difusão da MFCN acelerou-se a partir de 1974 com o intenso programa de investimentos introduzido pelo governo, que concedia papel de relevo à substituição de importações na indústria de bens de capital.

Em 1980, um levantamento indicou a existência de 698 MFCN em operação na indústria brasileira, das quais 130 tinham sido produzidas localmente (Tauile, 1984b). Das máquinas existentes, 40% eram tornos e 30% centros de usinagem. Este levantamento indica a incipiência do processo de difusão no Brasil, que em 1980 detinha um parque instalado de MF da ordem de 550.000 máquinas.

II.2.a.2 - MFCN Instaladas e Dimensões do Mercado Brasileiro

A tabela 2.1 mostra o processo de difusão de MFCN no Brasil, indicando previsão de um parque instalado de 1.711 destas máquinas ao final de 1985. Outro levantamento, feito pelo Sindicato dos Engenheiros do Rio de Janeiro indicava um número ligeiramente menor, de 1.600 MFCN (Tauile, 1985).

Os dados da Tabela 2.1 mostram que a taxa de crescimento da instalação das MFCN tornou-se fortemente positiva após 1980 apesar do início do período recessivo, com destaque para o grande crescimento da produção nacional de MFCN em um quadro de fortes restrições da capacidade de importar.

Em 1984, foram vendidas 196 MFCN fabricadas no País, a um valor de Cr\$77.630 milhões (US\$ 39,773 milhões, convertidos pela taxa de câmbio média do ano) (ABIMAQ/SINDIMAQ, 1985). Supondo-se que o CN represente de 10 a 15% do valor da MFCN (ver item II.2.a.4 abaixo), chega-se a um valor entre US\$ 3,9 e US\$ 5,7 milhões para as vendas da

indústria nacional de CN, nesse ano. Segundo estimativa de uma das empresas consultadas, o valor das vendas de CN atingiria, em 1986, US\$ 7 milhões. Esse dado parece compatível com a estimativa para 1984 por duas razões: em 1985, a produção nacional de CN cresceu 63% em unidades (ver tabela 2.1), podendo superar esse percentual em 1986 (ver item II.2.a.4 abaixo). Por outro lado, a crescente introdução de CN menos sofisticados por empresas com projetos de tecnologia própria tende a reduzir o valor médio unitário dos CN produzidos no País.

TABELA 2.1

NÚMERO DE MÁQUINAS CN NO BRASIL, POR ANO DE INSTALAÇÃO E TAXA DE CRESCIMENTO

ANO	NACIONAIS		IMPORTADAS		TOTAL	
	No.	TAXA DE CRESC.(%)	No.	TAXA DE CRESC.(%)	No.	TAXA DE CRESC.(%)
1973	-	-	33	-	33	-
1974	11	100,0	24	-27,3	35	6,1
1975	02	-81,8	39	62,5	41	17,1
1976	08	300,0	45	15,4	53	29,3
1977	17	112,5	46	2,2	63	18,9
1978	32	88,2	53	15,2	85	34,9
1979	40	25,0	34	-35,9	74	13,0
1980	62	55,0	32	-5,9	94	27,0
1981	69	11,3	55	71,9	124	31,9
1982+	120	73,9	30	-45,5	150	21,0
1983+	150	25,0	30	0,0	180	20,0
1984+	253	68,7	53	76,7	306	70,0
1985++	413	63,2	60	13,2	473	54,6

+Estimativas

++Previsão

No. de empresas usuárias - Aproximadamente 350.

Fonte: STEMMER, C.E. - Equipamentos de Automação Industrial - Anais do 2o. CONAI - São Paulo - nov/1985 - p.5.

II.2.a.3 - Caracterização dos Usuários

A Tabela 2.2 apresenta, para o ano de 1980, as empresas usuárias de MFCN de acordo com a origem do capital, onde fica claro o predomínio das subsidiárias de empresas estrangeiras. Na Tabela 2.3 constata-se uma maior difusão nas empresas grandes (acima de 500 empregados). Nota-se ainda que, descontadas as diferenças nas duas amostras, houve entre os anos de 1980 e 1983 um crescimento relativo na difusão em pequenas e médias empresas.

Em relação aos setores usuários, a Tabela 2.4 indica uma forte concentração nas indústrias ligadas ao setor de bens de capital e bens de consumo duráveis (o complexo metal-mecânico), o que decorre

da MFCN ser usada primordialmente para corte de metais.

A intensificação do uso de MFCN deu-se nas indústrias automobilística/autopeças, mecânica em geral (com grande participação da própria indústria de MF) eletro-domésticos e armamentos, além da EMBRAER (aeronáutica). Em todos esses setores, a adoção da MFCN esteve ligada basicamente a três motivos: redução de custos, maior controle sobre o processo produtivo e aprimoramento técnico.

TABELA 2.2

BRASIL - 1980
 PROPRIEDADE DO CAPITAL DOS USUÁRIOS DE MFCN

ORIGEM DO CAPITAL	%
Nacional	38
. Privado	30
. Estatal	4
. Instituições de Pesquisa	4
Estrangeiro	62

Obs.: As empresas nacionais são aquelas em que mais de 50% do controle acionário é de capital nacional.

Fonte: Tauile, J.R. - *Microeletronics, Automation and Economic Development: The case of numerically controlled Machine-Tools in Brazil* - PhD Thesis. New School for Social Research - Abril /84, p. 60.

TABELA 2.3

USUÁRIOS DE MFCN SEGUNDO GÊNERO DA INDÚSTRIA

GÊNERO	1980+	1983++
Até 99 empregados	7	13
100-499 empregados	22	41
500-1000 empregados	24	46
+ de 1.000 empregados	42	

+Brasil

++Estado de São Paulo, que tinha em 1983 74,5% dos usuários de MFCN do país.

Fonte: 1980 - Tauile, J.R. "Microeletronics...", op.cit., p.61.
 1983 - Leite, E.M. et alii - *Automação Microeletrônica na Indústria: Subsídios à Pesquisa* - SENAI/SP dez/1984 - p. 29-30.

TABELA 2.4
 USUÁRIOS DE MFCN SEGUNDO GÊNERO DA INDÚSTRIA

GÊNERO	1980+	1983++
Mecânica	66,0	48
Mat.de Transporte	16,6	21
Metalurgia	7,0	10
Mat.Elétrico e de Comunicação	5,0	13
Outros+++	5,6	8
Total	100,0	100

+Brasil ++Estado de S.Paulo +++Inclui Instituições de Pesquisa
 Fonte: 1980: Tauile, J.R. "Microeletronics...", op.cit., p.62
 1983: Leite, E.M. et alii, op.cit., p. 30

As vantagens do CN ajustaram-se às necessidades dos usuários em uma conjuntura recessiva, marcada pelas necessidades de exportar para compensar a queda do mercado interno, de maior flexibilidade do processo produtivo (possibilitando maior número de modelos) e de redução do capital de giro (necessárias devido às elevadas taxas de juros).

No entanto, a plena potencialidade do uso da tecnologia do CN só se dá com um número mínimo de máquinas instaladas, com modificações no processo produtivo (como a tecnologia de grupo) e após um razoável período de aprendizado. Em 1984, a SOBRACON estimava que 52,7% dos usuários de MFCN só tinham uma máquina desse tipo; 13,0% tinham 2 máquinas; 17,9%, de 3 a 5; e 16,4% tinham mais de 5. (Leite, et alii, 1984). Ainda, pesquisa feita junto a 19 empresas usuárias de MFCN no Estado de São Paulo (Leite, 1985), mostrou que as empresas raramente usaram estudos de viabilidade econômica para justificar o emprego da MFCN e que poucas delas utilizavam princípios organizacionais mais compatíveis com a MFCN, como a tecnologia de grupo.

Isso leva à conclusão de que o estágio de difusão da tecnologia do CN no Brasil é ainda de aprendizado, provavelmente sem auferir as vantagens potenciais de custo e racionalização do processo produtivo, embora a MFCN seja extremamente adequada à conjuntura de crise cambial e de altas taxas de juros. Nesse sentido, as características técnicas da MFCN (maior flexibilidade, maior precisão de tolerância e maior capacidade de efetuar contornos complexos) pode ter sido um dos fatores primordiais da difusão da MFCN durante a crise dos anos 80, principalmente no caso de empresas com contratos de exportação, como a indústria automobilística e de autopeças, aeronáutica e armamentos.

II.2.a.4 - Perspectivas do Mercado

Como visto, a difusão da MFCN acelerou-se no período recente por se adequar à conjuntura recessiva. A partir de 1984, com a recuperação da atividade econômica e o crescimento do mercado interno, o processo de difusão foi reforçado pela maior capitalização das empresas e maior ocupação da capacidade produtiva. Com isso, muitas empresas passaram a comprar MFCN em planos de expansão da capacidade produtiva, devido à inconveniência de "sucatear" o parque de MF convencionais instalado. Uma MFCN substitui de 3 a 5 MF convencionais (Tauile, 1984b), mas pode custar até 10 vezes mais, no caso do Brasil, o que torna muito elevado o custo de capital de substituir as MF convencionais não depreciadas por MFCN.

Segundo os fabricantes de CN, o crescimento do mercado deverá se dar a um ritmo superior ao do crescimento econômico nos próximos anos, com taxas de 15% a 20% (Dados e Idéias, ago.1985). Prevê-se, porém, um crescimento substancialmente maior em 1986, dado o acúmulo de pedidos em carteira gerado ao longo de 1985. Nos cinco primeiros meses de 1985, as principais empresas fabricantes de MFCN (Romi, Traubomatic, Wotan, Index, Heller, Hardini e Engrenasa) já tinham vendido toda a produção do ano, aceitando encomendas só para abril de 1986. A Romi previu um crescimento de 42% na sua produção de MFCN em 1986, enquanto os demais fabricantes previam um crescimento de 30% a 35% (Gazeta Mercantil, 20.22/7/85). A Maxitec, empresa líder na produção de CN, previa para 1986 a comercialização de mais de 300 unidades, o que representará um crescimento da ordem de 70% sobre o ano de 1985 (Data News, Nov/85).

A difusão do CN também deverá ser impulsionada com a diversificação dos produtos ofertados (para o que pode contribuir a entrada de novas empresas) e pelo apoio creditício agora disponível pelo BNDES, pontos a serem desenvolvidos mais adiante.

Consulta feita junto às principais empresas brasileiras produtoras de CN no Brasil, em fevereiro e março de 1986, indicou que as taxas previstas de crescimento da produção de CN em 1986, variam entre 67% e 120%. As maiores taxas estariam ligadas a empresas que fabricam CN menos sofisticados, voltados ao atendimento das necessidades de pequenas e médias empresas. Essas taxas elevadas foram confirmadas por alguns dos principais fabricantes de MFCN.

II.2.b - Tendências da Indústria e Estratégias das Empresas Fabricantes

II.2.b.1 - Estrutura: Indústria de Máquinas e de Comandos

O Quadro 2.1 apresenta os fabricantes de comando numérico existentes em 1985 no Brasil. Em 1982, a Secretaria Especial de Informática (SEI) autorizou quatro fabricantes (Romi, Maxitec, Digicon e Centelha) a produzirem CN com tecnologia licenciada. A elas se juntaram a MCS, Zema Zselics e Marposs, com tecnologia própria.

A Romi é a empresa líder na produção de máquinas-ferramenta no Brasil e foi a primeira empresa a produzir uma MFCN (com CN importado). Com a política de reserva de mercado, a empresa optou em produzir seus próprios comandos com tecnologia da Omnicron (Allen-Bradley). Apesar de não estar ligada a nenhum grupo econômico, a Romi tem larga tradição no mercado de MF e era, em 1984, a maior usuária de MFCN, com 10% do parque instalado (Dirigente Industrial, Maio/84). A empresa também produz máquinas injetoras de plástico, tendo recentemente lançado modelos controlados numericamente.

A Maxitec, ligada ao Grupo Mangels e empresa líder na produção de CN, foi a empresa responsável pela continuidade de produção dos CN da Siemens, quando esta foi impedida de continuar produzindo o modelo Sinumerik 7 em função da exigência de nacionalização de capital da política de reserva de mercado. A Maxitec licenciou o modelo Sinumerik 3, de tecnologia mais atualizada. A empresa produz ainda Controladores Lógicos Programáveis e presta serviços na área de automação industrial. Em 1986, ingressou na produção de robôs e CAD por meio de uma associação com a Varga, criando outra empresa (Mental) e consolidando-se como uma empresa de produção diversificada na área de automação industrial.

A Centelha (cuja razão social foi recentemente alterada para CTL) (Data News, nov.85) foi a empresa que deu continuidade à fabricação dos CN já produzidos pela Diadur (subsidiária da Heindenhain), igualmente impedida de produzir pela lei de reserva de mercado. Assim como a Maxitec, a Centelha entrou no mercado com a vantagem de produzir um CN já aceito pela indústria de MF e usuários. Fundada há mais de 15 anos, a empresa produzia aparelhos sequenciais, acionadores rítmicos e luzes estroboscópicas, artigos sem relação com a área de eletrônica até 1982, quando ingressou na produção de CN (Ibid).

A Digicon é a única empresa que estava ligada à área de eletrônica previamente a reserva de mercado, tendo inclusive desenvolvido um CN próprio. Entrando em atividades a partir de 1977, a empresa fabrica, além de CN, transdutores lineares, indicadores digitais de posição, posicionadores automáticos, controladores programáveis, controladores de tráfego, sistemas de programação para CN, traçadores gráficos e sistemas de desenvolvimento. A empresa iniciou, a partir de 1982, a nacionalização do CNTX-8, da Mitsubishi.

A MCS surgiu a partir da associação de três engenheiros que trabalhavam na área de nacionalização da Diadur/Heindenhain, desenvolvendo tecnologia própria na área de comandos numéricos mais simples e menos sofisticados. Em associação com a metalúrgica Taunus, a empresa foi autorizada pela SEI a ingressar em 1986 na área de robótica (Ibid.).

A Zema Zselics e a Marpoça atuam no mercado de retíficas, sendo a primeira uma das únicas fabricantes de retíficas cilíndricas da América do Sul. Neste segmento, não concorrem com as outras 5 empresas.

Ao contrário dos fabricantes de CN, a indústria de MFCN no

Brasil tem uma grande incidência de subsidiárias estrangeiras, todas alemãs: Index, Traub, Wotan, Thyssen-Huller, Heller, Engrenasa, Montra, Pittler, Grob e Brevet-Burkhardt; dessas 10 empresas, uma instalou-se na década de 50 (Grob) e duas na década de 60 (Brevet-Burkhardt e Traub); as demais foram instaladas entre 1973 e 1977 estimuladas pela estratégia governamental de substituir importações na indústria de bens de capital.

As principais empresas nacionais de MFCN são a Romi e a Nardini, atuando na área de tornos. Outras empresas menores atuam em mercados específicos: Zema Zselics e Bonelli (Relíficas) e IBH (Eletrerosão). A Tabela 2.5 abaixo fornece os dados de produção de MFCN por empresa, para 1984 e 1985.

TABELA 2.5

BRASIL - PRODUÇÃO DE MFCN POR FABRICANTE

EMPRESAS	1984		1985	
	UNID.	%	UNID.	%
ROMI	101	39,1	120	30,0
INDEX	48	18,6	66	16,5
TRAUB	36	13,9	54	13,5
WOTAN	18	7,0	40	10,0
THYSSEN-MULLER	3	1,2	17	4,3
HELLER	12	4,7	16	4,0
ENGRENASA	8	3,1	10	2,5
MONTRA	4	1,6	-	-
ZEMA	1	0,4	25	6,3
PITTLER	8	3,1	15	3,8
IBH	8	3,1	12	3,0
GROB	6	2,3	15	3,8
BREVET e BURKHARDT	3	1,2	8	2,0
BONELLI	2	0,8	1	0,3
TOTAL	258	100,0	400	100,0

Fonte: STEMMER, C.E., op.cit., p.4

II.2.b.2 - Estratégias de concorrência: Indústria de CN

- Características dos Produtos e Estratégias de Concorrência

Pode-se identificar quatro tendências gerais entre os fabricantes de CN: necessidade de diversificar a gama de aplicações para atender a crescente diversificação dos usuários; produção de comandos menos sofisticados para difusão em empresas de menor porte; abertura do produto ao mercado, no caso da Romi e Digicon; e atuação de um segmento específico de mercado, caso da Zselics e Marposs.

A Maxitoc, empresa líder, fabrica seu comando SINUMERIK 3

para diversos fabricantes de MFCN, sendo aplicado em tornos, centros de usinagem, mandrilhadoras e outras. Em 1985, a empresa passou a incorporar seu CN em MF importadas. Favorecida por usar uma tecnologia alemã em uma indústria de MF predominantemente alemã, a Maxitec produz um CN de características modulares, interpolação circular, com capacidade de integração com PC, 3+1 eixos e programação por sub-rotinas parametrizadas (Dytz et alii, 1982). A empresa pretende entrar na área de CN para eletroerosão, uma das deficiências da indústria nacional, além de estar desenvolvendo CNs menos sofisticados para atender outras faixas de mercado. A empresa lançou, ainda no final de 1985 um sistema de programação assistida que permite programação em CN à distância em micro compatível com o PC (Data News, nov/85).

A Romi, líder na fabricação de MF e MFCN, incorpora seus comandos apenas em suas próprias máquinas, estratégia que será modificada em 1987, procurando baratear seu produto (Dados e Idéias, ago/85). A empresa produz o CN Mach 3, que permite interface para DNC, programação por diálogo, interpolação em 3D, integração com PC (Dytz et alii, 1982). Em 1986, pretende lançar o MACH 3 para fresadoras.

A Digicon também pretende abrir seu produto para o mercado, já em 1986, vendendo-o para outras empresas além da Traub, buscando maiores vendas. A empresa está em processo de nacionalização do CN TX-8, universal, de seis a oito eixos e uma outra versão especial para três eixos simultâneos. A empresa está também aprimorando o modelo CN 3000, desenvolvido antes da reserva de mercado, para até 6 eixos, interpolação circular e composição modular, e lançou recentemente um indicador digital de posição, próprio para medição em tornos e fresadoras (Dytz et alii, 1982; Dirigente Industrial, maio/84).

A Centelha vem trabalhando na nacionalização da tecnologia de dois produtos, o TNC 131 e o TNC 145. São produtos de composição modular, permitindo programação com diálogo, três eixos e interpolação linear (TNC 131) e circular (TNC 145). Paralelamente, a empresa lançou em junho de 1985 um CN com tecnologia própria, batizado de CTL 3000, cuja comercialização foi prevista para março de 1986. O CTL-3000 tem capacidade para 2 a 8 eixos e devido ao seu HRW modular do tipo multibus, pode servir para controlar diversos tipos de MFCN, e até mesmo robôs, com modificações no software; permite interpolações lineares, circulares, helicoidais, espirais e "spline" (IPESI, jul/ago-85 e Data News, Nov./85. A empresa também pretende lançar em 1986 o CTL-2000, um comando com HRW modular, de 1 a 4 eixos de sofisticação tecnológica semelhante ao TNC-145 e buscando suprir a faixa de mercado de comandos mais simples. As características do CTL-2000 e 3000 permitem, segundo a empresa, substituir os comandos TNC-131 e TNC-145.

A MCS atua em um segmento de mercado de CN simples e para aplicações específicas. Para 1986, a empresa lançará o CNC 210T para tornos de dois eixos e o CNC 300 para fresadoras de três eixos (Dados e Idéias, set/85).

Se de um lado as empresas fabricantes de CN procuram desenvolver produtos menos sofisticados, e de menor custo para o segmento de médias e pequenas (Maxitec, MCS) elas também procuram

produzir comandos para uma maior gama de MFCN (Romi, Centelha) ou produtos mais sofisticados (Centelha). Outra área de interesse é a de aplicações não convencionais como a eletroerosão e CN de medição (Maxitec, Digicon) que foram responsáveis por parte substancial das importações de CN em 1984 e 85, conforme a Tabela 3.6 abaixo. Esses novos produtos devem contribuir para maior impulso à difusão da MFCN em 1986.

TABELA 2.6

IMPORTAÇÕES DE MÁQUINAS CN (UNIDADES)

TIPO	1984	1985
Máquinas de Usinagem	30	35
Eletroerosão a Frio	15	15
Máquina de Medir	8	10
TOTAL	53	60

Fonte: Stemmer, C.E. - Panorama da Automação Industrial - Anais do 2o. Conai - Nov/85 - São Paulo.

Segundo se constata junto aos maiores fabricantes de CN, a pequena escala de produção de MFCN no Brasil exige que as empresas tenham produtos modulares em termos de "hardware" e "software", para que se possa desenvolver economicamente várias aplicações, mesmo não convencionais (p.ex., um CN adaptado a um equipamento de termo indução desenvolvido por um fabricante). A modularidade do "hardware" não é o suficiente pois o desenvolvimento de um novo aplicativo envolve altos custos podendo inviabilizar a aplicação não convencional, a não ser que o contrato de licenciamento inclua aplicativos diversos. Desta forma, os fabricantes de CN enfrentam altos custos para desenvolver "software" básico e aplicativo para aplicações convencionais, onerando o preço final (o que é agravado se são necessárias alterações no projeto de "hardware") o que ao mesmo tempo limita o campo para aplicações não-convencionais.

II.2.b.3 - Preços

Um dos maiores obstáculos à difusão da MFCN no Brasil é seu alto preço, principalmente se comparado ao similar importado. Segundo os usuários, enquanto as máquinas-ferramentas convencionais custam cerca de 20% a mais do que o similar importado, a MFCN custa em média três vezes mais do que uma máquina importada, uma vez que o CN nacional custa de 5 a 6 vezes o preço do similar estrangeiro (Folha de S.Paulo, 06.11.85). O preço elevado dificulta a difusão entre pequenas e médias empresas, já que uma MFCN básica custava em média 21.730 ORYN (US\$ 1560.000 aproximadamente), em julho de 1985 (Gazeta Mercantil, 22.07.85). As empresas nacionais produtoras de CN, no entanto, afirmam estar vendendo seus comandos "apenas" 2 a 3 vezes acima do preço do similar estrangeiro.

Quadro 2.1

FABRICANTES DE CN: PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS

FABRICANTE	PRODUÇÃO				PRODUÇÃO/ORIGEM DA TECNOLOGIA	APLICAÇÃO	FABRICANTE MF
	1984 (unidades)	1984 (%)	1985 (unidades)	1985 (%)			
MAXITEC (SP) Grupo Mangels	85	33,6	160	40,7	SINUMERIK 3/Siemens (RFA)	- tornos - centros usinagem (Hort./Vert.) - mandrilados	- Index, Montra, Pittler, Nardini - Wotan (H/v), Thyssen Huller (H), Grob (H) - Wotan - Grob
ROMI (SP)	98	38,7	110	24,9	MACH 3/Allen-Bradley (EUA)	- tornos horizontais	- ROMI
CENTELHA-CTL (SP)	25	9,9	36	8,1	TNC 131 Heindenhein (RFA)	- fresadoras - eletroerosão a fio	- IBH
					TNC 145 Heindenhein (RFA)	- tornos verticais - fresadoras - geradora engrenagens	- ROMI - Engrenasa - Traubomatic, Heller - Engrenasa
DIGICON (RS)	26	10,3	65	14,7	TX-8/Mitsubishi (Japão)	- FMS	- Brevet & Burkhardt
MCS	13	5,1	25	5,7	(Própria)	- tornos	- Traubomatic
OUTROS	6	2,4	25	5,9	ZEMA ZSELICS/Própria	- FMS	- Brevet & Burkhardt
					Marposs/Própria	- retíficas cilíndricas	- Zema-zselics
					Heller (Unipro 80)/Própria	- retíficas centerless - fresadoras	- Bonelli - Heller
TOTAL	253	100,0	442	100,0			

FONTE: STEMMER, C.E. - Equipamentos de Automatização Industrial - Anais do 2º CONAI - nov/85 - SP, os dados do Digicon foram obtidos junto à própria empresa.

Os fabricantes de CN atribuem o alto custo às pequenas escalas de produção, irrisórias se comparadas às existentes nos países desenvolvidos. Criticam, ainda, a alíquota do governo para insumos eletrônicos e lembram o alto custo dos componentes importados - as fornecedoras estrangeiras cobram um preço acima do mercado por considerar o Brasil uma região de alto risco. Um produtor afirma que o alto custo da MFCN também é culpa da indústria de máquinas, uma vez que o CN deveria representar apenas de 10% a 15% do preço da MFCN (Data News, nov/85). A participação da parte eletrônica no custo da MFCN é, no entanto, significativamente maior (de 35% a 50%), pois além do CN, a MFCN incorpora também um controlador lógico programável, acionamento de motor e interfaces.

Contrariamente, uma empresa que fabrica CN com tecnologia nacional, a MCS, acredita que o custo elevado se deve ao licenciamento de tecnologia. Com pouco tempo no mercado, a empresa pretende lançar um CN de três eixos para pequenas fresadoras ao custo de 1000 DTN, enquanto o TNC-145, para qualquer tipo de fresadora, custa mais de 2000 DTN. Acreditando que o preço elevado esteja mais ligado à falta de concorrência do que a problemas de escala, a SEI pretende autorizar no mercado a entrada de novos fabricantes de CN em 1986.

II.2.c - Conclusões

Junto com os CLPs, as MFCN são os equipamentos de automação com base microeletrônica mais difundidos na indústria brasileira. O principal mercado para as MFCN encontra-se na indústria mecânica onde as empresas estrangeiras predominam entre os usuários. A difusão de MFCN vem crescendo rapidamente e a demanda é atendida por um grande número de empresas fabricantes, entre as quais encontram-se tanto empresas nacionais como estrangeiras. Apenas a fabricação de unidades de CN encontra-se reservada para empresas nacionais. O número de empresas fabricantes, inicialmente restrito a quatro empresas que licenciaram tecnologia no exterior, vem sendo ampliado com a entrada de novas empresas que fabricam comandos baratos e de pouca sofisticação, com tecnologia nacional.

Do ponto de vista da substituição rápida de importações, a reserva de mercado para empresas nacionais tanto no caso das unidades de CN quanto nos CLPs tem constituído sem dúvida um grande sucesso. Do ponto de vista da geração de tecnologia, os resultados têm sido mais modestos, uma vez que as empresas nacionais recorrem amplamente ao licenciamento de tecnologia no exterior. Neste sentido, o surgimento de empresas fabricantes de unidades de CN que contam com tecnologia própria constitui um indicador importante de que talvez os objetivos de estimular o desenvolvimento tecnológico através da reserva de mercado possam ser atingidos no médio e longo prazos.

II.3 - ROBÔS INDUSTRIAIS

A *International Standards Organization (ISO)* define o robô industrial como: "um manipulador multifuncional com controle reprogramável de posição, capaz de manipular, com vários graus de liberdade, materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados, mediante movimentos variáveis programados, para realizar diversas tarefas". Esta é uma definição razoavelmente representativa da conceituação americana e européia do que sejam robôs. Em outras palavras, robôs seriam vistos assim como manipuladores dotados de inteligência, i.e. flexíveis e reprogramáveis. Na definição japonesa, os manipuladores simples também são considerados robôs.

II.3.a - Difusão: Situação Atual e Perspectivas

II.3.a.1 - Robôs Instalados e Dimensões do Mercado Brasileiro

Existem atualmente cerca de 30 robôs programáveis do tipo universal instalados no país, os primeiros dos quais foram importados, em 1983, por empresas da indústria automobilística. Existe também um número não determinado de manipuladores programáveis mais simples (para um número mais restrito de aplicações) geralmente utilizados para carga e descarga de máquina.

Em relação às perspectivas futuras de difusão de robôs no parque industrial brasileiro, a previsão da SEI é de que o valor das vendas deste tipo de equipamentos deverá representar apenas US\$ 3,5 milhões, no triênio 1985-87, e US\$ 73,5 milhões em 1988-89 (*Informática Hoje*, 25/3/85). Em termos de unidades, a STI estima que serão instalados aproximadamente 500 robôs, até o final da década (*Data News*, 19/3/85). Embora as estimativas do governo e dos fabricantes não façam referência ao tipo de equipamentos considerados, parece razoável supor que se trata, de modo geral, de robôs programáveis multifuncionais semelhantes aos difundidos nos países desenvolvidos a partir da década de 70 (Laplante e Ferreira, 1985). A esse total poderia ser acrescentado, portanto, o número de manipuladores mais simples, para aplicações específicas que seguramente terão uma difusão mais ampla no parque industrial brasileiro, assim como ocorre nos países desenvolvidos.

As dimensões atuais do mercado brasileiro são apenas modestas (se comparadas com as dos países desenvolvidos) e o estágio de difusão deste tipo de equipamentos é ainda incipiente mas, caso as previsões oficiais e dos fabricantes sejam satisfeitas, o mercado brasileiro poderá coconstituir-se um dos mais importantes do terceiro mundo.

II.3.a.2 - Principais Aplicações e Características das Empresas Usuárias

As empresas da indústria automobilística são praticamente as únicas que têm incorporado robôs industriais na produção. A Tabela 3.1, a seguir, mostra que 75% dos robôs industriais atualmente em

operação, estão instalados neste tipo de empresas. As outras empresas usuárias pertencem ao setor de bens de capital (ASEA e SOLTRONIC) e à indústria de informática (IBM). Os demais robôs instalados são utilizados em instituições de ensino e pesquisa.

TABELA 3.1

USUÁRIOS DE ROBÔS INDUSTRIAIS UNIVERSAIS

USUÁRIOS	UNIDADES INSTALADAS	%
Volkswagen	10	36
Ford	8	29
General Motors	2	7
Mercedes Benz	1	3
Asea	1	3
IBM	1	3
Soltronic	1	3
Universidade de São Paulo	1	3
Universidade de Campinas	1	3
CTI/SEI	1	3
SENAI	1	3
TOTAL	28	100

Fonte: Elaboração própria, a partir de STEMMER, C.E. "Panorama da Automação Industrial no Brasil", in; Anais do 5o. Seminário de CN no Brasil, SOBRACON, S.Paulo, 13 a 15 de agosto de 1985; e de entrevistas com empresários e técnicos do setor.

As empresas usuárias são predominantemente filiais de empresas estrangeiras. De fato, apenas uma empresa nacional, a SOLTRONIC, fabricante de equipamentos para solda, conta com um robô em operação. Cabe destacar que foram excluídos da tabela anterior os robôs importados pelas empresas nacionais autorizadas a licenciar tecnologia no exterior e que são atualmente utilizados para treinamento e marketing. Da mesma forma foram excluídos os protótipos desenvolvidos por empresas nacionais, com tecnologia própria e que se encontram atualmente em fase de testes. Cabe também mencionar que a tabela anteriormente apresentada exclui os usuários de manipuladores mais simples, entre os quais podem encontrar-se empresas nacionais.

A utilização de robôs multifuncionais para tarefas de solda é praticamente a única aplicação atualmente difundida entre as empresas usuárias. Entretanto, acredita-se que, no futuro próximo, serão difundidas diversas aplicações (movimentação de peças, inspeção e controle de qualidade, pintura, montagem, etc.) até atingir um padrão semelhante ao atualmente observado nos países avançados (Stemmer, 1985). Tanto os fabricantes quanto os técnicos do setor acreditam que os principais usuários, no futuro próximo, serão empresas com atividades na indústria automobilística e de autopeças;



metalurgia (fundições e forjarias), mecânica, eletrônica e artigos de plástico. Segundo as previsões, a indústria automobilística continuará sendo a principal usuária de robôs e constituirá, assim, o segmento do mercado mais disputado pelos fabricantes. Estima-se que o uso de robôs nesta indústria, atualmente restrito às linhas de montagem dos denominados "carros mundiais", deverá ampliar-se consideravelmente até o final da década. Neste período, as montadoras deverão realizar vultosos investimentos para modernizar as linhas de produção incorporando robôs e outros sistemas de automação.

II.3.b - Tendências da Indústria e Estratégias das Empresas Fabricantes

Em 1983, quando foram importados os primeiros robôs pela indústria automobilística, a empresa sueca ASEA manifestou seu interesse em fabricar robôs no país, em associação com a Prólogo, empresa nacional da indústria de informática (Revista Nacional de Telecomunicações, Abril/84). Iniciaram-se também, naquele momento, atividades de pesquisa na área de robótica em alguns centros universitários. Entretanto, até final de 1984, não existiam ainda fabricantes de robôs, no país.

Em dezembro de 1984, através do Comunicado Conjunto STI/SEI no. 002/84, o governo convocou as empresas nacionais interessadas, a apresentar projetos para a fabricação de robôs, no país, sob regime de reserva de mercado (Folha de São Paulo, 6/1/85). Embora não tenha sido possível confirmar esta hipótese nas entrevistas realizadas com técnicos e fabricantes, algumas evidências sugerem que, através da ampliação da reserva de mercado para a área de robótica industrial, o governo tentou antecipar-se aos pedidos de importação que seriam realizados, a partir de 1985, pelas empresas da indústria automobilística, com o intuito de internalizar a oferta deste tipo de equipamentos. A intenção do governo teria sido, assim, aproveitar a demanda por robôs na indústria automobilística brasileira, para induzir o desenvolvimento e absorção de tecnologia nesta área e implantar a indústria brasileira de robôs.

Em resposta à iniciativa do governo, um número surpreendentemente grande (23) de empresas nacionais apresentou projetos de desenvolvimento e/ou fabricação de robôs no país. Em junho de 1985, uma comissão integrada por representantes da SEI, de órgãos de fomento e de instituições de ensino e pesquisa, divulgou a lista de 16 empresas com projetos aprovados.

II.3.b.1 - Estrutura da Indústria

Dado o escasso tempo transcorrido desde a aprovação de projetos (menos de um ano) são poucas as empresas que têm dado início, de fato, à fabricação e comercialização de robôs no país. Desta forma, a análise da estrutura da indústria deverá estar baseada, prioritariamente, na avaliação dos projetos apresentados.

A Tabela 3.2, a seguir, apresenta a lista das empresas que

Tabela 3.2

EMPRESAS COM PROJETOS APROVADOS NA ÁREA DE ROBÓTICA (1985)

EMPRESA/S

PROJETO

1. Tecnologia Licenciada no Exterior:

VILLARES	Fabricação de Robôs
MENTAT	Fabricação de Robôs
D.F. VASCONCELLOS/PRÓLOGO	Fabricação de Robôs
MCS/TAUNUS	Fabricação de Robôs

2. Tecnologia Própria:

CENTELHA (C.T.L.)	Desenvolvimento de Sistema Controlador
ATOS	Desenvolvimento de Sistema Controlador
BCH/ENGLMAQ	Integração e Fabricação de Robôs
MIXERTECH	Integração e Fabricação de Robôs
PLTERSEN	Integração e Fabricação de Robôs
ENGESA	Desenvolvimento de Robôs
ZIVI	Desenvolvimento de Robôs
SERVUS	Desenvolvimento de Robôs
EB	Desenvolvimento de Robôs
SULMECANICA	Desenvolvimento de Robôs
ALL SISTEMAS	Desenvolvimento de Robôs
BLUMP/VIGORELLI	Desenvolvimento de Robôs

FONTE: Elaboração própria, a partir de STEMMER, C. E. "Panorama da Automação Industrial no Brasil", in: Anais do 5º Seminário de CN no Brasil, SOBRACON, S. Paulo, 13 a 15 de Agosto de 1985; Informática Hoje, 25/06/85 e de entrevistas com fabricantes e técnicos do setor.

tiveram projetos aprovados pelo governo, para produzir robôs industriais, sob o regime de reserva de mercado. A análise dos projetos aprovados permite classificar as empresas em duas categorias, agrupando, de um lado, as empresas que optaram pelo licenciamento de tecnologia no exterior e, de outro, as que optaram pelo desenvolvimento de tecnologia própria.

Como será visto no próximo item, as empresas do primeiro grupo optaram pela fabricação de robôs universais ou multifuncionais sofisticados, de última geração, adequados para atender a demanda da indústria automobilística ou da indústria mecânica. As empresas do segundo grupo, por sua vez, optaram pelo desenvolvimento e/ou fabricação de robôs mais simples, geralmente destinados a um leque mais restrito de aplicações. De fato, alguns dos projetos apresentados por empresas do segundo grupo são referidos a equipamentos que têm características de manipuladores de sequência fixa, não programáveis, e que portanto não poderiam ser classificados rigorosamente como robôs.

O licenciamento de tecnologia no exterior deverá permitir que as empresas nacionais iniciem a produção de robôs em um período relativamente curto de tempo. Por esta razão, as empresas do primeiro grupo apresentaram projetos para fabricação de robôs. Na prática, estas empresas comercializarão, num primeiro momento, robôs inteiramente fabricados no exterior, até dar início a um processo gradual de substituição de componentes importados.

Já no caso das empresas do segundo grupo, a possibilidade de iniciar a fabricação de robôs depende do estágio alcançado no desenvolvimento de tecnologia própria. No momento da apresentação dos projetos (fevereiro de 1985), apenas três empresas (BCM-ENGEMAQ, MIXERTECH e PETERSEN) tinham condições de iniciar a curto prazo a integração ou fabricação de robôs. Como será visto adiante, os produtos em condições de serem produzidos de forma imediata, eram robôs de pouca sofisticação e manipuladores não programáveis para retirada de produtos acabados das máquinas de injeção de plástico. O resto das empresas incluídas no segundo grupo apresentaram projetos que contemplavam apenas o desenvolvimento de tecnologia, indicando que naquele momento encontravam-se num estágio incipiente de desenvolvimento de produtos com tecnologia própria. Cabe destacar que algumas destas empresas lançaram, em data mais recente, protótipos dos produtos em questão e iniciaram inclusive a sua comercialização.

Entre as empresas que se qualificaram para participar na indústria de robôs, predominam as que têm atuação anterior na área de mecânica e de instrumentos de precisão (VILLARES, D.F. VASCONCELLOS, ENGEMAQ, ENGESA, VIGORELLI, PETERSEN, SULMECÂNICA) ou NUS, ZIVI, EB, MICHELETTO). Estas empresas geralmente se associaram a outras da indústria de informática (PRÓLOGO, METRIXER) ou a fabricantes de sistemas eletrônicos para automação industrial (MAXITEC, SATOS, MCS), para desenvolver sistemas eletrônicos de comando. Exemplos de associações deste tipo são os projetos apresentados pelas seguintes empresas: MENTAT (MAXITEC-VARGA); MIXERTECH (METRIXER-MICHELETTO); D.F.VASCONCELLOS-PRÓLOGO; MCS-TAUNUS e BCM-ENGEMAQ.

A heterogeneidade no que diz respeito ao tamanho das empresas participantes é uma característica marcante da indústria brasileira nesta fase inicial de implantação. Entre as empresas que tiveram projetos aprovados coexistem, segundo visto acima, grandes empresas independentes ou ligadas a grandes grupos industriais com atuação em diversos ramos da indústria (VILLARES, ENGESA, MANGELS, D.F.VASCONCELLOS, MICHELETTO); e empresas independentes de pequeno porte (CENTELHA, MCS, BCM, ATOS, por exemplo). De modo geral, as grandes empresas predominam no grupo das que optaram pelo licenciamento no exterior. No caso do segundo grupo, a situação parece mais heterogênea.

Uma caracterização preliminar da estrutura da indústria brasileira de robôs, a partir da análise dos projetos aprovados, permite concluir, portanto, que tenderá a predominar, na atual etapa de implantação, uma estrutura segmentada. Em um primeiro segmento participam as empresas que visam produzir, a partir de tecnologia licenciada no exterior robôs universais ou multifuncionais sofisticados. No outro segmento participa um maior número de empresas, de origem e tamanho heterogêneos, que procuram desenvolver robôs mais simples, a partir de tecnologia própria, para aplicações específicas que exigem equipamentos com um menor grau de sofisticação.

II.3.b.2 - Estratégia e Concorrência

Embora seja difícil, dado o estágio incipiente de implantação da indústria brasileira de robôs, caracterizar as estratégias de concorrência a serem implementadas pelas empresas, é possível, a partir da análise dos projetos apresentados, extrair algumas conclusões em relação às opções implícitas em termos do desenvolvimento de tecnologia e do tipo de mercado que se visa atingir.

Segundo visto anteriormente, o principal mercado para robôs universais ou multifuncionais encontra-se na indústria automobilística, na de autopeças, na mecânica e na de fabricação de produtos metálicos em geral. Na primeira destas indústrias, as aplicações com maior potencial de difusão são as de solda (solda a arco e solda a ponto) e as de pintura. No caso da indústria de autopeças, as aplicações mais difundidas deverão ser as de alimentação de máquinas, as de montagem de dispositivos mecânicos e as de manipulação de peças ou de ferramentas em tarefas de acabamento (polimento, rebarbação, etc.). Na indústria mecânica e na fabricação de produtos metálicos, as aplicações com maior potencial de difusão são as de alimentação de máquinas-ferramenta e de manipulação de peças e/ou ferramentas para tarefas de acabamento (polimento, rebarbação, pintura, etc.). Outras aplicações com grande potencial de difusão nestas indústrias são as que envolvem a utilização de robôs para teste, medição e controle de qualidade de peças ou produtos acabados.

Embora a flexibilidade seja uma característica dos robôs multifuncionais, existe um conjunto de parâmetros (capacidade de carga, velocidade, alcance do braço, precisão, tipo de acionamento, capacidade sensorial, etc.) que determinam o leque de aplicações nas

quais cada tipo de robô pode ser eficientemente utilizado. Assim, as empresas que participam neste segmento da indústria definem, junto com os parâmetros e características técnicas dos robôs projetados, o tipo de aplicação e de mercado no qual visam concorrer. Um recurso correntemente utilizado para ampliar o número de aplicações (e de usuários potenciais), mantendo uma relação preço-performance adequada para cada aplicação específica, é o de desenvolver família de robôs, a partir de uma base técnica comum.

Do ponto de vista das empresas brasileiras que apresentarem projetos para a fabricação de robôs universais sofisticados, o problema da definição do tipo de produto a ser produzido não se restringe apenas à avaliação do tipo de aplicações mais atraentes em termos das perspectivas de difusão, mas também envolve, dada a própria sofisticação dos produtos em questão, a necessidade de achar uma empresa estrangeira disposta a transferir tecnologia. De fato, os acordos de cooperação e de transferência de tecnologia são uma prática corrente na indústria de robôs, a nível internacional. Este tipo de acordos é igualmente utilizado para ganhar acesso indireto a mercados atraentes, vencendo os obstáculos que decorrem de práticas protecionistas ou dos custos elevados de implantação de redes de assistência técnica e de comercialização.

A Tabela 3.3, abaixo, lista as empresas que apresentaram projetos de fabricação de robôs multifuncionais envolvendo licenciamento de tecnologia no exterior. Como já mencionado, apenas os projetos das quatro primeiras foram aprovados.

TABELA 3.3
EMPRESAS QUE APRESENTARAM PROJETOS DE FABRICAÇÃO DE ROBÔS COM
LICENCIAMENTO DE TECNOLOGIA NO EXTERIOR
(1985)

EMPRESA	ORIGEM DA TECNOLOGIA
Villares	HITACHI
Mental	MANTEC (SIEMENS)
D.F.Vasconcellos/Prólogo	ASEA
MCS/Taunus	REIS
Ultrasolda	EDA
Digicon	COMAV
EPP	GM/FANUC
Ciaci	RIMROC
Aletron	FATA
Soltronic	CLOOS
Panambra	CINCINATTI MILACRON

Fonte: Folha de São Paulo, 26.06.85.

O número relativamente elevado de empresas que apresentaram projetos deste tipo parece indicar que não existiram problemas para encontrar empresas estrangeiras dispostas a transferir tecnologia. Entretanto, as consultas realizadas a fabricantes e técnicos do setor, permitem afirmar que nem todas as empresas estrangeiras contatadas

manifestaram sua disposição a transferir tecnologia de ponta nas condições estabelecidas pela legislação brasileira na área de informática. Existem indicações, inclusive, de que alguns dos projetos teriam sido rejeitados pela SEI, justamente por não contemplar adequadamente a questão da transferência efetiva de tecnologia.

No que diz respeito aos projetos aprovados, as escassas informações divulgadas até esta data pelos órgãos do governo ou pelos próprios fabricantes, permitem dizer que se tratam de produtos relativamente sofisticados, que incorporam os avanços recentes da tecnologia a nível internacional. As principais características dos produtos a serem produzidos no país, com base no licenciamento de tecnologia, são apresentadas na Tabela 3.4, a seguir.

Foi levantada na época da apresentação dos projetos, a questão de se o incipiente mercado brasileiro comportaria um número tão grande de fabricantes e se a divisão do mercado entre um número excessivo de concorrentes não agravaria mais ainda o problema da falta de escala para a produção de robôs com preços próximos dos internacionais. Embora existam semelhanças entre os produtos aprovados, na opinião dos fabricantes e técnicos consultados, cada um daqueles tem vantagens sobre os outros em determinado tipo de aplicações, o que deve possibilitar um mínimo de especialização entre os fabricantes. As consultas realizadas apontam o RV-6060 da Villares como o modelo mais adequado para aplicações de solda e arco e o IRD 90, da D.F.VASCONCELLOS/PRÓLOGO como o mais apto para aplicações de solda a ponto na indústria automobilística. Já os robôs da MENTAT(R-3) e da MCS/TAUNUS (V-15 e H-15) teriam melhor aplicação como robôs de montagem, de alimentação de máquinas e de manipulação de peças e de ferramentas para tarefas de acabamento (polimento, rebarbação, etc.). É óbvio, entretanto, que a opção por um determinado equipamento será feita pelos usuários potenciais levando em conta não apenas a relação preço-performance mas também outros fatores importantes, como a qualidade dos serviços de treinamento, instalação e assistência técnica, etc. Assim, a própria seleção de projetos parece ter levado em conta a necessidade de viabilizar economicamente propostas aprovadas, evitando a excessiva redundância no tipo de produtos ofertados. Sem entrar no mérito da seleção de projetos realizada, parece que o critério de selecionar produtos que não inviabilizem os outros é coerente com o objetivo de criar condições para a absorção rápida de um leque considerável de técnicas avançadas no campo da robótica. De outro lado, é pouco provável que as empresas efetivassem os investimentos previstos nas propostas (entre US\$ 3 e 5 milhões cada uma) caso não acreditassem na viabilidade econômica dos empreendimentos.

Feitas estas considerações é pouco conveniente especular sobre as vantagens competitivas de cada uma das empresas com projetos aprovados. Estas parecem ter optado por uma estratégia de especialização que poderá eventualmente viabilizar, no futuro, a implementação de acordos de cooperação semelhantes aos encontrados a nível internacional. Alternativamente, as empresas poderão optar por desenvolver famílias de robôs mais diversificados, tentando ocupar fatias do mercado que atualmente parecem reservadas aos concorrentes. A VILLARES e a MENTAT, por exemplo, pretendem oferecer não apenas

Tabela 3.4
PROJETOS APROVADOS PARA FABRICAÇÃO DE ROBÔS UNIVERSAIS
- PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES -

EMPRESA	MODELO	NÚMERO DE EIXOS	CAPACIDADE DE CARGA	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
VILLARES	RV-6060 (HITACHI M-6060)	6	6 kgr	Solda a arco; corte a laser; montagem; pintura; colagem; manipulação de peças (alimentação de máquinas)
MENTAT	R-3 (MANUTEC R-3)	6	15 kgr	Solda a arco; colagem; rebarbação; montagem; pintura; alimentação de máquinas; corte a laser ou plasma; medição e teste
D.F.VASCONCELLOS/ PRÓLOGO	IRD 6 (ASEA)	6	6 kgr	Solda a arco
	IRD 90 (ASEA)	6	80-90 kgr	Solda a ponto
MCS/TAUNUS	V-15 (REIS)	6	15 kgr	Solda a ponto e solda a arco; montagem
	H-15 (REIS)	6	15 kgr	Solda a ponto e solda a arco; montagem
	RR-625 (REIS)	6	40 kgr	Alimentação de máquinas; empilhamento de produtos e peças
	RR-650 (REIS)	6	50-60 kgr	Alimentação de máquinas; empilhamento de produtos e peças

FONTE: STEMMER, C. E. "Panorama da Automatização Industrial no Brasil", in: Anais do 5º Seminário de CN no Brasil, SOBRACON, S. Paulo 13 a 15 de Agosto de 1985; Data News, novembro 1985, Edição Extra sobre Automação Industrial, pp. 20-22.

robôs de diversos tipos, mas também sistemas completos de automação baseados em outros produtos (sistemas de CAD, unidades de CN, Controladores Lógicos Programáveis, etc.) fabricados por estas empresas.

A curto e médio prazo, a viabilização da implantação dos projetos destas empresas e da absorção de tecnologia dependerão crucialmente da efetivação dos planos de modernização das empresas da indústria automobilística e de autopeças, e, em menor medida, da indústria mecânica e de produtos metálicos em geral. Neste sentido, a D.F.VASCONCELLOS/PRÓLOGO terá a vantagem de dois tipos de robôs que se adequam exatamente ao tipo de equipamentos de solda demandados pela indústria automobilística. Seu projeto foi o mais favorecido pela não aprovação dos projetos da SOLTRONIC e da EPP que contavam com o apoio da Volkswagen e da GM, respectivamente, e que envolviam robôs de tipo semelhante. Os equipamentos oferecidos pelos concorrentes são mais aptos para aplicações de solda a arco ou têm menor capacidade de carga. De fato, as quatro empresas acima mencionadas estão envolvidas em uma verdadeira corrida contra o tempo tentando se qualificar para os projetos de modernização já em andamento na indústria automobilística.

Como já visto, outras 12 empresas nacionais tiveram projetos aprovados na área de robótica, com tecnologia própria. Entre elas, a Centelha (CTL) e a ATOS tiveram projetos aprovados para desenvolvimento de sistemas de controle, a partir de tecnologia desenvolvida nas áreas de comandos numéricos e de controladores lógicos programáveis, respectivamente. As outras empresas tiveram projetos aprovados para o desenvolvimento/fabricação de robôs (ou inclusive manipuladores) mais simples, para aplicações específicas. A Tabela 3.5, a seguir, apresenta as escassas informações disponíveis a respeito dos produtos de cada empresa. Cabe destacar que, neste grupo, principalmente as empresas com produtos em desenvolvimento, tendem a não divulgar informações técnicas precisas sobre os seus equipamentos.

A Tabela 3.5 mostra que, de fato, o tipo de equipamentos desenvolvido pelas empresas nacionais é mais simples (em alguns casos trata-se apenas de manipuladores pneumáticos, não programáveis) e com um leque mais restrito de aplicações. De modo geral, são robôs para movimentação de materiais ou para carga e descarga de máquinas.

Também neste caso observa-se um alto grau de especialização como estratégia de concorrência, tanto ao nível da capacidade de carga, quanto no que diz respeito ao tipo de máquina que pode ser alimentada. A BCM/ENGEMAQ e a PETERSEN comercializam manipuladores pneumáticos simples para descarga de injetores de plástico. A ZIVI e a SULMECÂNICA especializam-se em robôs para carga e descarga de prensas e de retíficas, respectivamente. A ENGESA e a SERVUS, por sua vez, concorrem com robôs de grande capacidade de carga para movimentação de peças em fundições, por exemplo. A EB desenvolveu um robô de pequeno porte e grande flexibilidade, para inserção de componentes eletrônicos, descarga de injetoras de plástico, pintura, etc. A BCM/ENGEMAQ desenvolveu um manipulador simples para pintura de couros. A MIXERTECH, por sua vez, desenvolveu um robô de coordenadas ortogonais para alimentação de esteiras rolantes.

Tabela 3.5

PROJETOS APROVADOS PARA DESENVOLVIMENTO/FABRICAÇÃO DE ROBÔS COM TECNOLOGIA NACIONAL
- PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES -

EMPRESA	MODELO	NÚMERO DE EIXOS	CAPACIDADE DE CARGA	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
BCM/ENGEMAQ	LK	5	10 Kgr	Manipulador pneumático para injetoras de plástico
	-	5	-	Manipulador pneumático para pintura de carros
	EB-1085A	5	-	Carga e descarga de máquinas
	EB-2085	6	-	Pintura
MIXERTECH	-	3	50 kgr	Manipulador tipo "pick and place"; movimentação de materiais
PETERSEN	EG-500	-	-	Manipulador pneumático para Injetoras de plástico
	CR-L	6	-	Robô para retirada de moldes de injetoras de plástico
ENGESA	-	5	70 kgr	Solda, a ponto e a arco
ZIVI	-	3	2,5 kgr	Manipulador tipo "pick and place" para descarga de máquina
SERVUS	SRR	3	70 kgr	Carga e descarga de máquina; pintura; solda
EB	ORBITAL 600	6	1 kgr	Montagem de componentes eletrônicos; injetoras de plástico, pintura, solda a ponto
SULMECÂNICA	-	3	10 kgr	Manipulador hidráulico para retíficas
	-	4	15 kgr	Manipulador elétrico para retíficas
	-	6	20 kgr	Manipulador hidráulico para retíficas
ALL SISTEMAS	-	2	-	Movimentação de materiais
BLUMP/VIGORELLI	-	3	-	Movimentação de materiais
	-	6	-	Movimentação de materiais

37

FONTE: STEMMER, C.E. "Panorama da Automação Industrial no Brasil", in: Anais do 5º Seminário de CN no Brasil, SOBRACON, S. Paulo, 13 a 15 de Agosto 1985; Data News, novembro 1985, Edição Extra sobre Automação Industrial; Entrevistas com fabricantes e técnicos.

No que diz respeito a este grupo de empresas, a especialização é implementada como uma estratégia de concorrência tanto em relação às outras empresas nacionais que desenvolvem tecnologia própria, quanto às que licenciaram tecnologia no exterior. Se de um lado, os produtos com tecnologia nacional têm um grau de sofisticação menor, os preços são também consideravelmente inferiores aos dos produtos com tecnologia licenciada. Assim, é possível que para determinado tipo de aplicações de pouca complexidade, os robôs nacionais tenham uma relação preço-performance mais favorável do que a dos robôs universais sofisticados, uma situação deste tipo permitiria que as empresas deste grupo sobrevivessem e consolidassem posições em determinados nichos do mercado onde a utilização de robôs universais é excessivamente cara.

II.3.c - Conclusões

Entre os equipamentos de automação com base microeletrônica até aqui analisados, os robôs industriais são claramente os que se encontram em um estágio mais incipiente de difusão na indústria brasileira. A maior parte dos escassos robôs industriais em operação no Brasil estão instalados na indústria automobilística, geralmente em linhas de produção de veículos destinados à exportação. As empresas nacionais interessadas em fabricar equipamentos deste tipo no Brasil, sob a proteção da reserva de mercado, acreditam que a difusão de robôs no parque industrial brasileiro deverá ser significativa no futuro próximo. Segundo as expectativas dos fabricantes, os principais mercados deverão ser: em primeiro lugar, a própria indústria automobilística; em segundo lugar, a indústria mecânica; e finalmente, a indústria eletrônica. Também neste caso concorrem empresas nacionais que licenciaram tecnologia no exterior (geralmente para produtos sofisticados) com empresas que desenvolvem tecnologia própria. Os produtos destas últimas são consideravelmente menos sofisticados que os das primeiras.

II.4. SISTEMAS DE "COMPUTER AIDED DESIGN" (CAD)

Os equipamentos de "Computer Aided Design" são poderosos sistemas de processamento de dados que, além de grande capacidade de cálculo, incorporam programas especialmente desenvolvidos para gerar, manipular e armazenar imagens, em forma interativa. Estes computadores, aos quais são acoplados periféricos específicos (lápiz eletrônico, impressora/prancheta de desenho automatizada, etc), são capazes de automatizar, de modo bastante eficiente, muitas das tarefas repetitivas das fases de concepção dos produtos, planejamento e programação da produção.

II.4.a - Difusão: Situação Atual e Perspectivas

II.4.a.1 - Sistemas Instalados e Dimensões do Mercado Brasileiro

Os primeiros sistemas de CAD foram importados e instalados no Brasil, no início da década de oitenta. No contexto recessivo do triênio 1981-83, foram poucas as empresas interessadas com condições de realizar os vultosos dispêndios necessários para a incorporação de equipamentos deste tipo. Assim, em 1983, o total de sistemas de médio e grande porte instalados, não passava de uma dúzia.

A partir desse ano, a difusão destes equipamentos experimentou uma marcada aceleração. Já em 1984, eram aproximadamente 40 os sistemas instalados (Stemmer, 1985). Em 1985, o parque ampliou-se para 70 sistemas de médio e grande porte (Tauile, 1985), incorporando, adicionalmente, entre 50 e 70 sistemas de pequeno porte baseados em micro-computadores de tipo IBM-PC (PC-Mundo, Mar/86; Folha de São Paulo, 20/02/85).

Segundo as estimativas dos fornecedores, o valor anual das vendas de sistemas de médio e grande porte cresceu de US\$ 6 milhões em 1983 (Data News, 12/07/1983), para US\$ 10 milhões em 1985 (Folha de São Paulo, 20/2/85). A previsão para o período 1985-1988 é de que sejam instalados 150 sistemas deste tipo, com um valor total aproximado de US\$ 50 milhões (Ibid). Caso estas expectativas sejam confirmadas, o parque de sistemas de médio e grande porte instalados incluirá, no final do período, aproximadamente, 200 equipamentos. O total de sistemas de pequeno porte, por sua vez, deverá, segundo as estimativas dos fabricantes, se aproximar dos 800 equipamentos até 1988 (Ibid).

Se comparados com os dados disponíveis a respeito da situação nos países avançados, os dados acima apresentados evidenciam que o mercado brasileiro para sistemas de CAD tem dimensões decididamente modestas (Laplaine e Ferreira, 1985). Cabe, entretanto, salientar que este mercado é um dos mais importantes fora dos países desenvolvidos e que, segundo estimativa da Computervision, representa mais da metade do mercado total na América Latina. Segundo esta estimativa, o mercado brasileiro absorverá aproximadamente 60% (US\$ 45 milhões) do valor total das vendas de sistemas de CAD na América Latina (US\$ 60 milhões), no período 1985-1988 (Data News, 05/03/1985).

II.4.a.2 - Principais Aplicações e Características das Empresas Usuárias

O uso de equipamentos de CAD em atividades de pesquisa, projeto e fabricação encontra-se numa fase de rápida difusão. De fato, o número de empresas "usuárias" é consideravelmente maior do que o de sistemas instalados, uma vez que diversas empresas, "bureaux" de informática (Itautec, Villares, Intertec, Serma, Compugraph, etc.) e instituições de pesquisa e ensino (IPT-SP e PUC-RJ, entre outros) fornecem serviços de CAD para empresas que não contam com equipamentos próprios. Segundo estimativa de um dos "bureaux" de informática que fornece este tipo de serviços, existiam, em 1985, aproximadamente 400 empresas interessadas em contratar serviços de CAD, principalmente para lay-out de placas de circuitos impressos (Máquinas e Metais, Out./1984).

Entre as empresas que contam com sistemas próprios, de médio e grande porte, predominam as de capital nacional, conforme ilustra a Tabela 4.1, que, a seguir, classifica por origem do capital uma amostra de 47 empresas usuárias deste tipo de equipamentos. Esta amostra, elaborada a partir de levantamento na imprensa especializada e de entrevistas com fabricantes e técnicos, incorpora uma significativa percentagem (67%) do total de equipamentos de médio e grande porte instalados até 1985.

TABELA 4.1
EMPRESAS USUÁRIAS DE SISTEMAS PRÓPRIOS DE CAD DE MÉDIO
E GRANDE PORTE POR ORIGEM DO CAPITAL
(1985)

ORIGEM DO CAPITAL	NÚMERO DE EMPRESAS	%
Empresas estrangeiras	14	30
Empresas nacionais	23	49
Órgãos do Governo e Instituições Públicas de Ensino e Pesquisa	9	19
Instituições Privadas de Ensino e Pesquisa	1	2
TOTAL	47	100

Fonte: Elaboração própria a partir de informações da imprensa especializada e de entrevistas com fabricantes e técnicos do setor.

No que diz respeito ao tipo de atividades desenvolvidas pelas empresas usuárias, a Tabela 4.2, mostra que predominam as do gênero material de transporte, da indústria eletrônica e os fabricantes de máquinas e equipamentos industriais. Cabe destacar que estes são os principais setores usuários de sistemas de CAD, também nos países desenvolvidos.

TABELA 4.2
 EMPRESAS COM SISTEMAS DE CAD PRÓPRIOS DE MÉDIO E
 GRANDE PORTE POR SETOR DE ORIGEM (1985)

SETOR	NÚMERO DE EMPRESAS	%
Máquinas e Equipamentos Industriais	7	15
Material de Transporte	13	28
Eletrônica	10	21
Têxtil	1	2
Serviços de Engenharia	2	4
Bureaux de Informática	2	4
Instituições de Ensino e Pesquisa(1)	10	21
Outros	2	4
TOTAL	47	100

Fonte: *Elaboração própria, a partir de dados da imprensa especializada e de entrevistas com fabricantes e técnicos do setor.*
 (1) Públicas e Privadas.

As aplicações mais difundidas, segundo os fabricantes de sistemas e os técnicos do setor, são o projeto de peças e dispositivos mecânicos e de placas de circuitos impressos, com a produção dos correspondentes desenhos técnicos. A utilização de sistemas de CAD em projetos de construção civil, cartografia e programação de Máquinas-Ferramenta com Comando Numérico (MFCN) são aplicações menos difundidas.

A amostra acima analisada inclui, quase que exclusivamente, empresas de grande porte, com recursos suficientes para incorporar sistemas de CAD de preço e sofisticação consideráveis. É razoável supor que as empresas de tamanho pequeno e médio encontram-se, principalmente, entre os usuários de sistemas de menor porte e sofisticação ou entre as que contratam serviços de CAD nos "bureaux" especializados.

II.4.b - Tendências da Indústria e Estratégias das Empresas Fabricantes

II.4.b.1 - Evolução Recente

A indústria brasileira de equipamentos de CAD era dominada, até 1984, por empresas estrangeiras que, através de representantes comerciais ou de subsidiárias, desenvolviam quase que exclusivamente atividades de comercialização, treinamento e assistência técnica. Estas empresas começaram a atuar no mercado brasileiro a partir do início da década de oitenta.

Até 1983, seis empresas estrangeiras (Computervision, Gerber, Intergraph, Applicon, Calcomp e CII-Honeywell Bull) comercializavam sistemas "turnkey" importados. Outras (IBM, DEC, Hewlett-Packard, Tektronics, Versatec) comercializavam apenas periféricos, também importados. A IBM comercializava, ademais, diversos tipos de aplicativos, como o CATIA, o CADAM e o CAEDS. A Itaotec era, até aquele momento, a única empresa nacional que desenvolvia, com apoio da FDTE-USP, "software" aplicativo (para projeto de placas de circuitos impressos) para ser utilizado nas atividades de informática, na própria empresa.

A Calma-General Electric e a CDC instalaram-se no Brasil, em 1984, atraídas pela rápida expansão do mercado nesse ano. A IBM, por sua vez, passou a oferecer sistemas "turnkey", além dos periféricos e aplicativos anteriormente disponíveis.

A Intergraph e a Computervision constituíram-se rapidamente nas empresas líderes neste mercado, com 16 e 12 sistemas instalados, respectivamente, até 1984, segundo mostra a Tabela 4.3.

Até meados de 1985, a Intergraph e a Computervision ampliaram o parque de equipamentos instalados para 25 e 22 unidades, respectivamente, consolidando sua posição de líderes (Dados e Idéias, ago/85). Entre os usuários de sistemas Intergraph encontram-se as seguintes empresas: Petrobrás, Volkswagen, Brown-Boveri, Engesa, Bosch, Krupp, Eletra, Itaotec e Scopus. Estas empresas constituíram, em 1985, a Associação Brasileira de Usuários de Sistemas Sisgraph-Intergraph (Ibid). Entre os usuários de sistemas Computervision encontram-se: FORD, Metal Leve, Ericsson, Albarus, CBV e Phillips.

TABELA 4.3

SISTEMAS DE MÉDIO E GRANDE PORTE INSTALADOS POR FABRICANTE
(1984)

FABRICANTE	UNIDADES	%
Intergraph	16	37
Computervision	12	28
Gerber	7	16
Applicon	3	7
IBM	3	7
Calma	2	5
TOTAL	43	100

Fonte: STEMMER, C.E. "Panorama da Automatização Industrial no Brasil". in: Anais do 5o. Seminário de CN no Brasil, SOBRACON, São Paulo, 13 a 15 de Agosto de 1985.

Em novembro de 1984, a SEI divulgou uma convocatória para que empresas nacionais apresentassem projetos de desenvolvimento e/ou fabricação de sistemas de CAD, explicitando o interesse do Estado em ampliar o regime de reserva de mercado, incorporando este segmento especializado de atividades de informática. Pouco tempo depois, o governo divulgou o Comunicado Conjunto STI-SEI no. 004/85 de 13/3/85, aprovando os projetos apresentados por 18 empresas nacionais.

A ação do governo veio a restringir severamente o espaço de atuação das empresas estrangeiras neste mercado. Algumas destas empresas, que anteriormente forneciam sistemas "turnkey" (Intergraph, Calma, CDC, e Hewlett-Packard) tiveram que licenciar tecnologia para empresas nacionais. Outras, como a Computervision e a Gerber, que se recusaram a licenciar tecnologia, tiveram seus projetos de associação com empresas nacionais rejeitados, o que na prática significa que no futuro deverão limitar suas atividades à assistência técnica e manutenção do parque instalado até a divulgação do comunicado.

II.4.b.2 - Estrutura da Indústria

Embora seja cedo ainda para caracterizar acabadamente a estrutura da indústria resultante da ação do governo, é possível extrair algumas conclusões relevantes da análise dos projetos aprovados e do tipo de empresas envolvidas. A Tabela 4.4, a seguir, permite identificar os três grandes segmentos que caracterizam a indústria de sistemas de CAD. No primeiro, participam empresas especializadas na integração e/ou fabricação de sistemas de médio e grande porte. No segundo participam as empresas especializadas no desenvolvimento e/ou integração de sistemas de pequeno porte. Finalmente, um terceiro grupo inclui as empresas especializadas no desenvolvimento e/ou fabricação de "software" e de periféricos. Cabe observar que, enquanto no primeiro grupo todas as empresas licenciavam tecnologia no exterior, no segundo existem também empresas que utilizam tecnologia nacional. No terceiro a tecnologia utilizada é exclusivamente nacional. Esta questão será retomada no item sobre estratégias de concorrência.

A Tabela 4.5, a seguir, apresenta os dados disponíveis a respeito da localização, data de fundação, número de empregados e articulações com grupos empresariais das empresas que tiveram projetos aprovados. Tais informações mostram que no segmento de sistemas de médio e grande porte, predominam as empresas ligadas a grandes grupos industriais com alguma atuação prévia na área de eletrônica ou de informática (Villares, Compugraf, Multicad e Edisa). A situação das empresas que participam no segmento de sistemas de pequeno porte é mais heterogênea, coexistindo empresas independentes (COMICRO, SMAR e SPLICE) de variado porte como a Itautec, ligada ao Grupo Itaú. Predominam neste segmento as empresas com atuação (direta ou através de empresas proprietárias ou coligadas) na área de informática (COMICRO, ITAUTEK e SPLICE) ou na de sistemas de automação industrial (MENTAT e SMAR).

Nesta fase inicial da implantação, a indústria de sistemas

Tabela 4.4

PROJETOS APROVADOS NA ÁREA DE CAD (COMUNICADO STI-SEI Nº 004/85)

TIPO DE SISTEMA/EMPRESA	PROJETO
I. Sistemas de Médio e Grande Porte ⁽¹⁾:	
VILLARES	Integração de Sistema de Computação Gráfica
A. DONATO!	Integração de Sistema de Computação Gráfica
SISGRAPH	Integração e Fabricação de Sistema de Computação Gráfica
COMPUGRAF	Integração e Fabricação de Sistema de Computação Gráfica
MULTICAD	Integração e Fabricação de Sistema de Computação Gráfica
EDISA	Integração e Fabricação de Sistema de Computação Gráfica
II. Sistemas de Pequeno Porte ⁽²⁾:	
II.1. Tecnologia Licenciada no Exterior:	
COMICRO	Integração de Sistema de Computação Gráfica
MENTAT	Integração de Sistema de Computação Gráfica
EXACTA	Integração de Sistema de Computação Gráfica
II.2. Tecnologia Nacional:	
SMAR	Desenvolvimento de Sistema de Computação Gráfica
ITAUTEC	Desenvolvimento de Sistema de Computação Gráfica
SPLICE	Desenvolvimento de Sistema de Computação Gráfica
III. Periféricos e Software:	
MEGA SYSTEMS	Desenvolvimento de Terminal Gráfico
DATA CAL	Desenvolvimento de Mesa Digitalizadora e de Plotter
DIGICON	Desenvolvimento de Mesa Digitalizadora e de Plotter
STI	Desenvolvimento de Mesa Digitalizadora e de Plotter
METRIXER	Desenvolvimento de Software
TECNEMA	Desenvolvimento de Software

FONTE: Elaboração própria, a partir de levantamento na imprensa especializada e de entrevistas com fabricantes e técnicos do setor.

- (1) Baseados em computadores de grande porte, minicomputadores de 16 ou de 32 bits ou em estações de trabalho de 32 bits.
- (2) Baseados em microcomputadores de 8 ou de 16 bits.

Tabela 4.5

EMPRESAS COM PROJETOS APROVADOS NA ÁREA DE CAD (COMUNICADO STI-SEI
Nº 004/85)

TIPO DE SISTEMA/EMPRESA	LOCALIZAÇÃO	DATA DE FUNDAÇÃO	NÚMERO DE EMPREGADOS(1)	GRUPO EMPRESARIAL/ (ATIVIDADES)
I. Sistemas de Médio e Grande Porte:				
VILLARES	SP	-	-	Grupo Villares (Equip. Industriais, Equip. de Automação)
A. DONATO	RJ	-	-	Grupo A. Donato, (Construção Naval).
SISGRAPH	SP	1985	-	-
COMPUGRAF	SP	1983	12	Grupo SAFRA, (Bureau de Informática).
MULTICAD	SP	1985	-	Grupo Catagineses Leopoldina (Eletricidade, Telecomunicações).
EDISA	RS	1977	548	Grupo IOCHPE (Informática).
II. Sistemas de Pequeno Porte:				
COMICRO	PR	1982	86	(Comercializ. de Computadores e Suprimentos).
MENTAT	SP	1985	8	Assoc. da MAXITEC (Equip. de Automação) com a Varga Participações.
EXACTA	MG	-	-	(Serviços de Engenharia).
SMAR	SP	1974	284	(Equipamentos de Automação).
ITAUTEC	SP	1979	2075	Grupo Itaú (Informática).
SPLICE	SP	1971	500	(Informática).
III. Periféricos e Software:				
MEGA SYSTEMS	SP	-	-	-
DATA CAL	SP	1973	7	(Representante da Calcomp e da Applicon)..
DIGICON	RS	1975	120	Grupo ELBLING (Equip. de Automação).
STI	RS	1982	16	(Informática).
METRIXER	RS	-	-	-
TECNEMA	SP	-	-	-

(1) 1985

FONTE: Levantamento na imprensa especializada e entrevistas com fabricantes.

de CAD, agora com participação exclusiva de empresas nacionais, apresenta portanto uma estrutura segmentada com empresas especializadas na integração e fabricação de sistemas de pequeno porte ou de sistemas de médio e grande porte; e empresas especializadas apenas no desenvolvimento e fabricação de software e de periféricos. As empresas nacionais que responderam à convocatória da SEI são na sua maioria ligadas à área de informática e/ou à de equipamentos de automação industrial com base microeletrônica. No segmento de sistemas de médio e grande porte predominam as empresas ligadas a grandes grupos industriais; no segmento de sistemas de pequeno porte, predominam as empresas independentes.

II.4.b.3 - Estratégias de Concorrência

Embora seja difícil, dado o estágio incipiente desta indústria, caracterizar as estratégias competitivas a serem implementadas pelas empresas, torna-se possível, a partir da análise dos projetos apresentados, extrair algumas conclusões em relação às opções implícitas em termos do desenvolvimento de tecnologia e do tipo de demanda que se visa atender.

No segmento de sistemas de médio e grande porte, como já mencionado, as empresas nacionais optaram por licenciar tecnologia no exterior. Conforme mostra a Tabela 4.6, a maior parte das empresas apresentou projetos que envolvem não apenas a nacionalização de "software", mas também de estações de trabalho de última geração baseadas em microcomputadores de 32 bits.

TABELA 4.6

PROJETOS APROVADOS PARA SISTEMAS DE CAD DE MÉDIO E GRANDE PORTE

EMPRESA	ORIGEM DA TECNOLOGIA	
	Software	Estação de Trabalho
Sisgraph	Intergraph	Intergraph
Compugraf	Scicards-Matra	Scientific Calculation
Multicad	Calma	Apollo
Edisa	Hewlett-Packard	Hewlett-Packard
A.Donato	Shipping Research Services (Autokon)	-
Villares	CDC	-

Fonte: Data News, 19/3/85, p.4; Revista Nacional de Telecomunicações, março 1985, p.49.

A Villares e a A.Donato optaram por licenciar tecnologia de sistemas desenvolvidos na década de 70 que precisam do suporte de

computadores do tipo mainframe e não podem ser utilizados em estações de trabalho independentes. A Sisgraph licenciou o "software" que a Intergraph vinha comercializando no Brasil, desenvolvido também na década de 70, para ser implementado em minicomputadores. Ademais, pretende produzir, no Brasil, a estação de trabalho Interpro-32, lançada nos EUA no ano passado, cujo "software" se encontra atualmente em desenvolvimento. A Compugraph licenciou dois pacotes de "software" diferentes, o EUCLID, da MATRA-DATAVISION, que só pode ser implementado em computadores de grande porte; e o SCICARDS para ser implementado nas estações de trabalho da Scientific Calculation. A Multicad que pretendia produzir, no Brasil, as estações de trabalho da última geração da APOLLO e comercializá-las com "software" da CALMA- General Electric, foi obrigada, face à negativa da APOLLO a licenciar tecnologia, a substituí-las por estações baseadas no PEGASUS, um microcomputador de 32 bits desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ. A implementação do "software" da CALMA no PEGASUS, exigirá o aprimoramento do sistema operacional PLURIX. A Edisa pretende produzir estações de trabalho HP-9000, da Hewlett-Packard, com "software" da mesma empresa.

No que diz respeito ao tipo de "software" aplicativo licenciado, a maior parte das empresas (Sisgraph, Multicad, Edisa e Villares) optou por pacotes que incorporam diversos aplicativos para indústria mecânica, eletrônica, construção civil, cartografia, etc. Apenas a Compugraph e a A.Donato optaram por licenciar "software" para um número reduzido de aplicações. A primeira licenciou o SCICARDS para projeto de placas de circuitos impressos e o EUCLID para projeto de peças de dispositivos mecânicos de alta complexidade. O "software" licenciado pela A.Donato é o AUTOKON, para projeto de navios, desenvolvido na Noruega e exportado para vários países do Terceiro Mundo.

A análise dos projetos apresentados indica que as empresas visaram, através do licenciamento de tecnologia, colocar no mercado produtos semelhantes aos que vinham sendo comercializados pelas empresas estrangeiras. Neste sentido, talvez a empresa com melhores perspectivas a curto prazo seja a Sisgraph pelo fato de ter ganho acesso à tecnologia da Intergraph que conta com o maior número de equipamentos instalados no país. A exclusão da Computervision do mercado tende a reforçar as perspectivas favoráveis para esta empresa. O licenciamento de tecnologia para a fabricação de estações de trabalho independentes, baseadas em micros de 32 bits, mostra o interesse das empresas nacionais em oferecer também sistemas de última geração. Neste sentido a Edisa parece contar com vantagens em relação aos concorrentes. O acesso à tecnologia da nova geração de mini e microcomputadores de 32 bits, da Hewlett-Packard, permitirá que esta empresa coloque no mercado sistemas com configurações alternativas, incorporando "hardware" e "software" da mesma origem. Os concorrentes potenciais, a Sisgraph e a Multicad defrontam-se com problemas de difícil solução imediata para colocar sistemas de última geração no mercado. No caso da primeira, os problemas decorrem da insuficiência de aplicativos disponíveis para a estação INTERPRO-32, da Intergraph. No caso da Multicad, a recusa da APOLLO a licenciar a estação de trabalho e a tecnologia da rede Domain, exigem a adaptação do "software" da CALMA para sua implementação em "hardware" nacional.

A estratégia das outras empresas (Compugraf, Villares e A.Donato) parecem visar objetivos mais modestos, pelo menos a curto prazo. A Villares e a Compugraf atuam atualmente como prestadoras de serviços de CAD para empresas que não contam com equipamentos próprios e é provável que a curto prazo visem mais consolidar estas posições do que constituir-se em fornecedores de equipamentos. O fato da Compugraf ter selecionado apenas dois aplicativos de alta sofisticação (principalmente o EUCLID) parece confirmar esta hipótese. O fato da Villares não ter licenciado tecnologia de estações de trabalho independentes parece apontar na mesma direção. No caso da A.Donato, ligada a um grupo sem experiência prévia na área de informática, o tipo de aplicativo licenciado, de uso quase exclusivo para construção naval, indica igualmente que a estratégia mais provável seja a de funcionar como fornecedora especializada de serviços de CAD para este nicho do mercado.

No segmento de equipamentos de pequeno porte concorrem empresas que comercializam sistemas de CAD baseados em microcomputadores de 8 e 16 bits. Estes sistemas, de preço e sofisticação consideravelmente menores que os acima descritos, têm um grande potencial de difusão em pequenas e médias empresas, em aplicações que não requerem recursos sofisticados de hardware e de software.

Para sistemas deste porte, a SEI exigiu a utilização de "hardware" nacional, autorizando apenas o licenciamento de "software" desenvolvido no exterior. De modo geral, as empresas que apresentaram projetos nesta área optaram pela integração de sistemas a partir de microcomputadores e/ou periféricos fabricados por empresas especializadas. Em alguns casos (SMAR, ITAUTEC e SPLICE) as empresas decidiram desenvolver "software" desenvolvido no exterior (ver Tabela 4.7).

A utilização de "software" desenvolvido no exterior permite reduzir os recursos humanos e materiais e o tempo necessário para colocar os novos produtos no mercado. O licenciamento de "software" outorga assim vantagens às empresas que optaram por esta estratégia, em relação às que optaram por desenvolver sistemas com tecnologia própria. A Comicro parece ser a empresa deste segmento que melhor tem aproveitado esta vantagem, lançando seu sistema na frente dos concorrentes e instalando em um certo período de tempo um parque de equipamentos considerável que deverá permitir diluir custos de assistência técnica e de nacionalização de "software".

TABELA 4.7

PROJETOS APROVADOS PARA SISTEMAS DE CAD DE PEQUENO PORTE

EMPRESA	ORIGEM DO SOFTWARE
Comicro	T e W
Mental	Siemens
Exacta	CLM Systems
Sma	Desenvolvimento próprio
Itautec(1)	Desenvolvimento próprio
Splice	Desenvolvimento próprio

(1) Itautec apresentou, de fato, vários projetos, estando aqui incluído o de sistema de pequeno porte baseado no I-7000. Os sistemas de maior porte baseados no I-9000 e no I-10.000 serão desenvolvidos apenas a médio prazo.

Fonte: *Elaboração própria, a partir de levantamento na imprensa especializada e de entrevistas com fabricantes e técnicos do setor.*

De fato, a Comicro é a única empresa que comercializa hoje sistemas "turnkey" de pequeno porte, com "software" para diversas aplicações, no mercado brasileiro. Os sistemas dos concorrentes ou estão em fase de desenvolvimento ou atendem apenas a um tipo específico de aplicações (projeto de componentes mecânicos, no caso da MENTAL; e aplicações para construção civil, no da EXACTA). A Comicro parece ter descoberto antes do que as outras empresas a existência do segmento do mercado para sistemas de pequeno porte, que não era atendido pelas empresas estrangeiras que atuavam no mercado brasileiro. Quando a convocatória da SEI foi divulgada, a empresa já tinha iniciado contatos para o licenciamento de "software" com a TeW, dos EUA. Embora existam, hoje, empresas interessadas em imitar a estratégia da Comicro, licenciando "software" no exterior (A DIGICON e a INTERCORP procuram atualmente obter a aprovação da SEI para o licenciamento no exterior de "software" para sistemas de pequeno porte), esta é a única que teve projeto aprovado pelo Comunicado 004/85. Os concorrentes potenciais deverão ter seus projetos aprovados pela SEI antes de colocar seus sistemas no mercado.

O Comunicado 004/85 aprovou também os projetos apresentados por empresas interessadas no desenvolvimento e fabricação de periféricos e de "software". No caso dos fabricantes de periféricos, a estratégia consiste em fornecer equipamentos para as empresas integradoras de sistemas, principalmente de pequeno porte, e diretamente para usuários interessados apenas na compra de periféricos. No que diz respeito às empresas que tiveram projetos de desenvolvimento de software aprovados, a Techema comercializa um "software" de alto nível para desenvolvimento de aplicativos (ALEPH) e a Metriker comercializa "software" aplicativo para a indústria de calçados, desenvolvido originalmente na Universidade Federal de Santa Catarina.

II.4.c - Conclusões

A difusão de sistemas de CAD na indústria brasileira teve início na década de oitenta. Uma característica particular da difusão destes sistemas é que predominam entre os usuários as empresas nacionais, geralmente exportadoras de produtos industriais e ligadas às indústrias mecânica, eletrônica e/ou a serviços de engenharia. As perspectivas de difusão são favoráveis, principalmente na medida em que o surgimento de sistemas de menor preço e complexidade vem ampliando o leque de usuários potenciais. Também neste caso existe a reserva de mercado para empresas nacionais. O segmento de sistemas "turnkey" de grande e médio porte é ocupado exclusivamente por empresas que licenciaram tecnologia no exterior. O segmento de sistemas de pequeno porte, baseados em microcomputadores, é dominado por empresas que licenciaram tecnologia no exterior, entretanto, um grande número de empresas nacionais contam com tecnologia própria para este tipo de sistemas.

III - SETORES

III.1 - TÊXTIL

III.1.a - O Panorama Tecnológico Internacional

O processo têxtil propriamente dito (i.e., excluindo o ramo do vestuário) compõe-se de 3 etapas sucessivas mas descontínuas entre si: fiação, tecelagem e acabamento do tecido. Tradicionalmente, em cada uma destas etapas, uma complexidade de operações demandou uma intensa utilização de mão-de-obra, paralelamente a uma lenta introdução do progresso técnico.

Nas últimas 3 décadas, porém, acelerou-se a absorção de inovações eletromecânicas no setor, tornando-o capital-intensivo. Apesar desta menor participação relativa da mão-de-obra, os países em desenvolvimento continuam a dispor largamente das propaladas vantagens comparativas calcadas no baixo custo da mão-de-obra local. As inovações tecnológicas durante as últimas décadas reduzem a vantagem dos baixos salários vigentes no Terceiro Mundo. Garantem também uma melhor qualidade no produto final em relação à produção na base eletromecânica.

A performance da indústria têxtil em termos de crescimento tem sido inferior ao da manufatura como um todo. Por trás desta falta de dinamismo estão a baixa elasticidade renda da demanda e a substituição das fibras naturais por similares sintéticos ou artificiais. O fraco desempenho da demanda, contrastada com um crescimento da produtividade representativo nos anos 60 e 70, acentua a tendência de perdas substanciais de emprego.

Outros importantes fatores para as mudanças substanciais na estrutura desta indústria foram a sua reorganização, com a entrada das firmas originárias da indústria química; a diversificação do processo produtivo em direção a novos produtos (que não envolvem tecelagem, por exemplo) em competição direta com outras indústrias; integração vertical e desaparecimento de grande parte das pequenas firmas; e finalmente, as pressões do progresso técnico e da competição internacional na direção do sucateamento de velhas plantas, substituídas por instalações mais sofisticadas, aonde a presença de EAME é cada vez mais significativa (Tauile, 1986).

O impacto da microeletrônica tem aumentado a continuidade do processo ao ponto de hoje já existirem algumas poucas fábricas na Europa que operam praticamente sem intervenção humana. Neste caso, trata-se de uma produção baseada numa bi-direcionalidade da informação sobre o processo: as especificações sobre o andamento da operação saem da máquina para o computador que as analisa conforme os padrões de qualidade previamente estipulados e, daí, realimenta a máquina num contínuo feedback até atingir-se o ponto ótimo desejado (Tauile, 1986).

A introdução de EAME nas distintas etapas de produção (fiação, tecelagem e acabamento) não tem ocorrido de forma homogênea. Na etapa de fiação as aplicações mais importantes referem-se aos

testadores de algodão nos abridores de fardos (que verificam a qualidade da matéria-prima, parâmetro muito importante para todo o processo de produção), nos controladores de densidade linear na entrada e saída da corda e da passadeira, além de purgadores eletrônicos para limpeza do fio.

Na tecelagem, microprocessadores podem ser acoplados nos compensadores de velocidade e nos controles em geral de teares de várias espécies, de forma a otimizar o ritmo de produção (no. de batidas/minuto) e especificação do tecido (no. de inserções/m²). Nesta etapa, tem havido um grande dinamismo tecnológico concentrado no aperfeiçoamento dos teares, com características específicas para cada tipo (com lançadeira, a pinça, a projétil, a jato d'água e a jato de ar), já sendo possível controlar totalmente a operação da sala de tecelagem por um único operador através de controles eletrônicos integrados.

A etapa de acabamento é a de maior potencial para a difusão da automação. As possibilidades de aplicação de EAMÉ distribuem-se por todas as sub-etapas do acabamento (preparação, tingimento, estamparia e acabamento final), conforme a característica do tecido e o nível de qualidade desejado, com destaque para o tingimento e a estamparia. Como exemplo, pode-se citar os controladores de velocidade das passadeiras, de temperatura da água, e de variações na composição da mistura química para tingimento. No acabamento final, uma importante aplicação está no controlador de estiragem, que aplica ao tecido um tensionamento das fibras de forma bastante complexa.

O controle de qualidade ao qual é submetido o produto acabado é também um campo rico para aplicações de EAMÉ. Dentre elas, destaca-se o sistema de inspeção por raio laser que localiza e quantifica os pontos de defeito conforme uma escala padrão inserida na memória de um microcomputador acoplado. Feita a inspeção, o microcomputador emite, através de uma impressora integrada, uma nota para o cliente localizando os possíveis pontos de falha no tecido.

Por fim, para o controle da homogeneização de tingimento, o uso de um aparelho eletrônico (espectrofotômetro) compara a cor do tecido acabado com aquela desejada; é imprescindível para a acuidade do padrão de cor do tecido. Anteriormente ao advento desses equipamentos microeletrônicos, o controle de qualidade ficava sujeito à subjetividade da inspeção visual humana.

III.1.b. - A Situação do Brasil

III.1.b.1 - Introdução

A indústria têxtil foi pioneira no Brasil, já estando firmemente estabelecida desde o início do século. Em termos tecnológicos, porém, percebe-se desde essa época um grande hiato entre os equipamentos instalados e as inovações introduzidas na fronteira da indústria a nível internacional. É verdade que ocorreram surtos de modernização na indústria motivados por estímulos de demanda, geralmente acompanhados por um rígido controle alfandegário sobre a

reposição dos equipamentos. Mas a "evolução das melhores tecnologias na indústria costumava favorecer a coexistência de várias idades de equipamento" (Araújo Jr. e Pereira, 1976, p.18) caracterizando a acentuada heterogeneidade tecnológica do setor. Após a década de 50 o ritmo de modernização passou a acompanhar mais rapidamente as inovações implantadas nos países desenvolvidos, não só com a redução da idade média dos equipamentos, como também acelerando o sucateamento de máquinas obsoletas.

O que interessa hoje avaliar é a capacidade da indústria têxtil brasileira em acompanhar a fronteira tecnológica internacional do setor, baseada na difusão dos equipamentos de controle microeletrônicos. Sua importância histórica e elevada participação no produto interno (6,4%) do valor da produção e 7,7% do pessoal ocupado na indústria de transformação (IBGE, 1984) mostram a relevância de analisar as vantagens e desvantagens de um novo surto de modernização, agora calcado na EAME, assim como discutir seus impactos sobre a competitividade das empresas, principalmente no mercado externo.

III.1.b.2 - Situação Atual do Setor

No ano de 1981 a indústria têxtil nacional encontrava-se em sétimo lugar no ranking mundial em termos de capacidade instalada. Na área de fiação, o Brasil dispunha de 4.900.000 fusos e 50.000 rotores, diante de um parque mundial com cerca de 155.900.000 fusos e 4.010.000 rotores. Com relação aos teares, o Brasil possuía 152.000 teares - dos quais 5.400 são do tipo sem lançadeira vis-à-vis os 2.614.000 teares com lançadeiras e os 259.000 sem lançadeiras existentes no mundo (CETIQT, 1985).

Apesar desta capacidade instalada relativamente alta em termos mundiais, o Brasil detém apenas 1% das exportações de produtos têxteis no mercado internacional. Em média, as empresas brasileiras têm destinado ao mercado externo apenas de 10% a 15% de sua produção total. A contrapartida deste baixo dinamismo exportador tem sido o atendimento à demanda interna, totalmente suprida pela produção nacional. Entretanto a contração da demanda interna nos últimos anos tem impellido as firmas a um esforço exportador - marcadamente após 1983, com algumas delas chegando a exportar mais de 30% de sua produção. Este ano foi particularmente desfavorável ao setor que teve uma taxa de crescimento do produto de -10,3%. Além da crise econômica com a conseqüente redução da demanda interna e das altas taxas de juros, houve uma elevação súbita e acentuada do preço do algodão no mercado interno. A recuperação da demanda interna só veio a ocorrer no ano de 1985 em grande parte devido ao crescimento dos empregos e salários na economia. Neste ano, o setor têxtil alcançou o segundo maior crescimento dentre as indústrias (13,6%), após ter tido uma taxa negativa de 3,2% em 1984.

Em 1985 a indústria como um todo exportou cerca de 30% da sua produção, gerando divisas da ordem de US\$1 bilhão. (Revista Nacional de Telemática, fev. 1986). Obviamente, a melhora desse desempenho exportador num mercado competitivo como é o de têxteis, dependerá da capacidade do país em produzir tecidos de boa qualidade e

de baixos custos unitários. Enquanto não se acelera o processo de difusão da automação microeletrônica no setor a nível internacional, a competitividade do tecido nacional pode ser mantida ou melhorada com base na utilização de equipamentos mecânicos ou eletromecânicos, e no aproveitamento do baixo custo do fator trabalho. Pelo que foi dito na seção I, porém, manter a competitividade externa no longo prazo para o caso dos países em desenvolvimento, só será possível através do esforço das empresas nacionais em investir acompanhando o padrão de automação microeletrônica em curso nos países desenvolvidos.

Uma visão macro da indústria têxtil brasileira mostra que atualmente apenas 5% do parque instalado é automatizado (Ibid.). O nível de heterogeneidade tecnológica inter-empresa é gritante. Por exemplo, uma empresa pode continuar a produzir com rentabilidade "normal" usando somente teares com lançadeira, do tipo difundido no Brasil durante a década de 50, enquanto sua concorrente usa teares sem lançadeira (difundidos na década de 70), pois ambas podem ter custos médios totais relativamente próximos. A nível inter-empresa é comum, numa mesma fábrica, encontrar-se filatórios de anéis (convencionais) operando lado a lado com filatórios "open-end" controlados eletronicamente, ou até encontrar teares com lançadeira instalados há 30 anos atrás produzindo simultaneamente com teares a jato de ar recentemente instalados. Esta convivência de equipamentos de idades tecnológicas diversas só é possível entender se observarmos a importância de outros mecanismos de competição no mercado interno, além da inovação tecnológica: políticas agressivas de "marketing", localização regional das fábricas, especialização em certas faixas de consumo mediante criação de "marcas tradicionais" (Lençóis Santista, Tapetes Milacron, etc.) e criação de firmas associadas no ramo de confecções (Araújo Jr. e Pereira, 1976). Daí a ineficácia de se utilizar do controle sobre o progresso técnico como instrumento principal de centralização de capitais, ao contrário do que ocorre em outros setores industriais. "O bom desempenho das empresas nesse setor parece estar mais associado à habilidade no uso dos instrumentos de competição do que uma política agressiva de renovação de técnicas produtivas" (Ibid.). É esta característica que possibilita a não existência de barreiras à entrada de novos concorrentes, apesar de haver uma distribuição muito assimétrica do tamanho das firmas. Logo, o conceito de "oligopólio competitivo" parece ser o mais adequado para descrever a estrutura de mercado de têxteis no Brasil.

A possibilidade de manter-se competitivo internamente usando equipamentos obsoletos tecnologicamente não tem implicado que as empresas têxteis brasileiras deixem de investir na modernização de suas fábricas. No Nordeste brasileiro e no Estado de Santa Catarina situam-se as fábricas de instalação mais recente, as quais já incorporam inovações tais como: máquinas de abertura e limpeza do algodão dotadas de microprocessadores, controladores eletrônicos da densidade linear do fio na entrada e na saída das cardas e das passadeiras, filatórios "open-end" com controle eletrônico de emenda do fio ("splicer"), conicaleiras automáticas (máquinas que dispõem o fio em cone), teares a jato de ar e a projétil e, na etapa de acabamento, espectrofotômetros computadorizados. Em geral, as fábricas recém instaladas pertencentes a grandes empresas tem procurado importar equipamentos dos mais sofisticados disponíveis no mercado

internacional, particularmente aquelas na região Nordeste, pois contam com benefícios de importação concedidos pela SUDENE. Entretanto, os teares mais modernos (do tipo a jato de ar ou a projétil) são possuídos por poucos, seja devido às dificuldades de importação, seja por serem equipamentos caros mesmo no exterior. Quanto a outros equipamentos como, por exemplo, controlador de qualidade a raio laser, os empresários do setor nem sequer cogitam a possibilidade de os adquirirem no curto prazo. Embora um bom controle de qualidade do produto final seja uma etapa fundamental para as grandes empresas (particularmente no caso do tecido exportável), a inspeção continua sendo feita visualmente. Obviamente, as imprecisões deste método são evidentes, assim como são evidentes no caso das emendas manuais dos fios que se rompem durante o processo filatório sem emenda automática, que é uma tecnologia obsoleta mas ainda usada em muitas empresas.

Com efeito: apesar da incorporação de equipamentos microeletrônicos de controle nas várias etapas do processo de produção em algumas fábricas (particularmente naquelas de instalação recente), o índice de difusão deste novo padrão de automação no Brasil é muito baixo. Contudo, comparado aos ciclos de inovações anteriores (a difusão do tear automático na década de 50 e do tear sem lançadeira na década de 70), a introdução de automação microeletrônica no setor, ainda que restrita, parece se processar com um hiato temporal menor em relação a sua introdução nos países desenvolvidos, confirmando a tendência assinalada na seção anterior.

III.1.b.3 - Determinantes da Automação

Parece haver um certo consenso entre os empresários acerca de necessidade de automatizar, embora não haja tal consenso quanto a sua urgência. A maioria dos médios e grandes empresários têxteis procura fazer um acompanhamento periódico das inovações técnicas mais recentes, principalmente através de feiras internacionais realizadas nos EUA e na Europa. Entrevistas com alguns deles e discussões com algumas pessoas ligadas ao setor nos mostraram uma diversidade de fatores que estimulam a automação, dentre os quais destacam-se:

- A obtenção de uma melhor qualidade do produto tendo em vista sua competitividade externa.*
- Melhor controle sob o processo de produção.*
- Aumento da produtividade.*

A necessidade de aumentar a qualidade do produto para exportá-lo tem sido enfatizado pelos empresários. A contratação do mercado interno nos últimos anos e as dificuldades financeiras se, por um lado, atrasaram parte dos planos de investimento em automação, por outro lado implicaram num estímulo à exportação.

Além de possibilitar uma melhor qualidade do produto final, a automação microeletrônica permite um maior controle sob o processo de produção na medida em que dá flexibilidade ao ajuste da quantidade produzida, conforme as variações da demanda. Dispensando em grande

parte a presença do operador nas tarefas de ajustes (de velocidade, pressão, etc.) das máquinas e transporte de materiais, evita a parada do processo devido a falha humana, greves, etc. Por fim, os controladores eletrônicos permitem um aumento da produtividade do trabalho pois só tais controladores permitem um aumento significativo na velocidade das máquinas.

Outros fatores, tais como redução dos custos totais de produção, menor impacto das reivindicações trabalhistas, necessidades de produzir tecido de melhor qualidade para o mercado interno e início de um processo de aprendizagem foram mencionados apenas marginalmente enquanto estimulantes de automação. Quanto à preocupação das empresas em iniciar um processo de aprendizado de novas tecnologias, um médio empresário fluminense retrucou: "como aprendizado nenhum industrial, por si só, compra nada".

Os principais obstáculos à automação mencionados foram:

- os baixos salários;
- o elevado custo dos equipamentos de automação importados,
- as restrições a importação criadas pela Lei Nacional de Informática;
- a possibilidade de competir no mercado interno usando equipamentos menos sofisticados;
- dificuldade de manuseio do novo equipamento por parte do operador;
- problemas com a assistência técnica.

O baixo custo da mão-de-obra é um fator de desestímulo sobejamento conhecido.

A estrutura de mercado que facilita uma incorporação mais lenta do progresso técnico vis-à-vis outras indústrias já foi abordada na seção III.1.b.1. A viabilidade de vender tecido no mercado interno com qualidade inferior ao exportado, frequentemente ficou implícita no julgamento dos empresários.

Os problemas de assistência técnica têm sido resolvidos satisfatoriamente no eixo Rio-São Paulo e em Santa Catarina, onde se formou um núcleo de usuários importantes. Em outras regiões do país ainda é problemático.

O custo dos equipamentos microeletrônicos que já é alto no exterior, torna-se cerca de duas vezes mais caro devido aos impostos de importação. Este fato, segundo os empresários, compromete a competitividade do tecido nacional.

Cabe finalmente destacar as críticas dos empresários à Lei Nacional de Informática, que impede a importação de equipamentos microeletrônicos com a justificativa de que existem similares produzidos localmente. Assim, como o aumento da competitividade externa tem motivado investimentos em equipamentos microeletrônicos, obstáculos institucionais à importação de muitos destes equipamentos e a falta de uma política governamental adequada para o setor têm sido o alvo principal das críticas dos empresários.

III.1.b.4. - Política Tecnológica e competitividade

Apenas uma pequena parte dos EAME têxteis é produzida no Brasil. Um dos poucos exemplos é a fabricação local de equipamentos de preparação da fiação dotados de microprocessadores e cards automatizadas por uma empresa que usa tecnologia da matriz suíça. Quanto às passadeiras, embora os usuários considerem o tipo nacional de boa qualidade, para aumentar sua velocidade é necessário acoplá-lhes auto-reguladores eletrônicos que, por sua vez, são importados. Ainda na etapa de fiação, a produtividade das máquinas "open-end" é sensivelmente superior aos filatórios convencionais, o que justifica a introdução de controladores eletrônicos somente desse tipo. O índice de nacionalização da produção dos "open-end", porém, é cerca de 30% menor do que o índice de nacionalização dos filatórios convencionais (BNDES, 1986), o que resulta numa pressão dos usuários para importar o filatório completo e não apenas os controladores. Na etapa de tecelagem, as urdideiras e as engomadeiras não incorporam grandes avanços tecnológicos e aquelas produzidas no Brasil são equivalentes às importadas de boa qualidade (BNDES, 1986). Os teares, porém, estão sob constante aperfeiçoamento tecnológico no exterior, sendo que os mais modernos instalados no Brasil (a jato de ar e a projétil) são todos importados. Por fim, na etapa de acabamento, o espectrofotômetro é um equipamento em que a demanda por importação parece também ser grande.

Diante deste quadro, é acirrada a crítica dos usuários às restrições impostas à importação pela CACEX. Mesmo alguns produtores de equipamentos nacionais também esbarram nas dificuldades criadas pelo vigor da Lei Nacional de Informática, que impede a importação de sensores incorporados aos teares por eles produzidos. Segundo um fabricante de equipamentos com tecnologia de sua matriz japonesa, "sensores incorporados aos teares são, para o fabricante, como parafusos... é um erro confundir a eletrônica digital aplicada à máquina da indústria têxtil com o equipamento de informática (e, assim, impedir sua importação)" (Revista Nacional de Telemática, 1986). Além desta dificuldade, a crise econômica nos últimos anos fez com que os fabricantes de equipamentos têxteis sofressem com a redução de demanda por parte dos usuários. Uma das consequências disso é a falta de capacitação para atender aos crescentes pedidos de equipamentos a partir do ano passado. Hoje, existe uma evidente falta de capacitação técnica para atender a demanda interna da EAME para o setor. Para o chefe do Departamento de automação industrial da SEI isto se deve principalmente a incertezas quanto a uma demanda potencial existente que justifique a produção rentável destes equipamentos. Ele acrescenta que "o tema da automação da indústria têxtil não está suficientemente esclarecido para que se possa traçar uma estratégia específica para orientá-lo". (Revista Nacional de Telemática), 1986. É a falta desta estratégia um dos principais obstáculos à automação no setor, segundo os empresários, particularmente tendo em vista a competitividade no mercado externo.

Convém notar, entretanto, que a crítica do empresariado frequentemente incorre numa abordagem demasiadamente microeconômica e imediatista da política tecnológica. É óbvio que o efeito imediato da

Lei Nacional de Informática sob o setor tem sido o retardamento da difusão dos EAME, o que dificulta uma modernização mais rápida das empresas usuárias destes equipamentos. Mas torna-as também mais seletivas quanto aos esforços para importar determinado equipamento e mais eficientes no uso dos equipamentos disponíveis. Além disso, torna menos abrupto o efeito do desemprego tecnológico no setor. Por outro lado, apesar de alguns poucos fabricantes nacionais reclamarem da dificuldade de importar controladores acopláveis aos teares, é inegável que a Lei Nacional de Informática preserva um mercado importante para os fabricantes da EAME têxteis e estimula, no longo prazo, o desenvolvimento da tecnologia nacional.

III.1.c - Conclusões

A introdução dos EAME na indústria têxtil tem removido radicalmente a descontinuidade do processo e acelerado a tendência de substituir mão-de-obra verificada desde os anos 50 nos países desenvolvidos. Em relação às demais indústrias nestes países, tem sido lenta a difusão da automação microeletrônica, mantendo-se a heterogeneidade tecnológica que tradicionalmente caracteriza este setor pioneiro da industrialização capitalista.

Enquanto esta difusão permanecer restrita, a competitividade externa do tecido brasileiro não será ameaçada em termos de vantagens comparativas; ou seja, há perspectivas de manter ou melhorar o bom desempenho exportador observado desde 1983. Porém, como nas demais indústrias brasileiras intensivas em mão-de-obra, os obstáculos à automação comprometem esta posição no longo prazo.

Os empresários do setor têxtil, ao contrário de outros (como os de calçados, por exemplo), têm destacado a necessidade de automatizar suas fábricas vis-à-vis a qualidade do tecido requerido para exportar. Embora a estrutura do mercado interno por vários fatores não estimule a inovação tecnológica enquanto instrumento de concorrência, a recuperação da demanda interna desde o ano passado coloca hoje as fábricas operando a plena capacidade. Daí, haver a necessidade de retomar os investimentos e assim possibilitar uma maior difusão dos EAME.

O principal obstáculo a esta difusão, segundo os usuários destes equipamentos, são as restrições à importação impostas pela LNI. Dada, porém, a necessidade de viabilizar a fabricação interna de EAME paralelamente à de modernizar a indústria, conclui-se que é urgente uma política mais seletiva de importações para o setor têxtil a fim de compatibilizar as exigências de qualidade do produto exportado com o estímulo a substituição desses equipamentos importados pelos fabricantes nacionais.

III.2. VESTUÁRIO

II.1 - O Panorama Tecnológico Internacional

A indústria do vestuário, analogamente à têxtil, continua sendo até hoje uma indústria intensiva em mão-de-obra. Isto é, sua eficiência depende em grande parte de quanto sua mão-de-obra é produtiva.

Ao longo dos últimos trinta anos, a busca de produtividade no ramo tem se baseado na racionalização e intensificação do trabalho, mais precisamente no parcelamento das tarefas e na pesquisa do balanceamento ótimo dos postos de trabalho em uma linha de produção; na diminuição dos tempos previstos para a realização das operações; e no desenvolvimento de melhores modos operatórios.

Outra forma de ganho de produtividade tem consistido na especialização em um certo tipo de produto, o que permite a fabricação em séries mais longas, dando ensejo à possibilidade de mecanização e de automatização de certas operações no processo de produção. Os dispositivos tecnológicos utilizados neste caso são extremamente rígidos e portanto inadapáveis às mudanças das características dos produtos decorrentes das variações da moda.

Em decorrência do que acima foi exposto, a indústria do vestuário conheceu nos últimos vinte anos um processo de deslocamento da produção que nos países desenvolvidos teve por características:

a) a interiorização e pulverização da produção em regiões do país onde a mão-de-obra é mais barata e onde é possível, inclusive, reativar formas primitivas de produção tal como a produção a domicílio;

b) a subcontratação da produção às fábricas já existentes nos países em desenvolvimento; e

c) a implantação de fábricas inteiras ou de fases da produção mais intensivas em mão-de-obra em países de baixos salários.

O vestuário é caracterizado por um processo de produção pouco integrado. Não há um fluxo contínuo de produção, o que significa que a realização de uma tarefa, ou etapa, não acarreta o início imediato da fase seguinte: um espaço de tempo é sempre possível entre uma etapa e a que se segue.

O processo de automação em curso no setor não mudou substancialmente esta característica da indústria. Este processo tem se caracterizado por uma implantação localizada e por etapas independentes de uma concepção global de um sistema automatizado.

O processo de produção no vestuário pode ser esquematicamente dividido em 3 etapas:

- a concepção e desenvolvimento do produto, que consiste na criação de um modelo; na realização de um protótipo; no desenvolvimento de um molde padrão; e nas definições preliminares de operações e matérias primas utilizadas. Ao final desta etapa uma

previsão de custos de fabricação pode ser associada ao modelo;

- a pré-montagem que trata da graduação do molde de base nos diferentes tamanhos a serem fabricados; na definição de um plano de corte das peças componentes do modelo que minimize o gasto com matéria prima; e da separação e preparação dos lotes previamente à entrada na produção;

- a montagem que consiste na união dos diferentes componentes do modelo através da costura e de outros processos térmicos ou químicos, seguida da passagem a ferro ou prensa, da inspeção e da embalagem.

Os sistemas de automação atualmente disponíveis se aplicam sobretudo às duas primeiras fases iniciais.

Na concepção do produto três sistemas de criação de modelos são comercializados atualmente: dois projetos de firmas americanas (Microdynamics e Gerber) e um de firma espanhola (Investronica). Tratam-se de equipamentos capazes de permitir o desenvolvimento de toda a fase de estilismo, isto é, através do uso de um lápis ótico traçar um modelo em um vídeo a cores e ensaiar os diferentes padrões que podem compô-lo, segundo variações na cor e na textura das amostras de tecido previamente introduzidas em um banco de dados através de câmara de vídeo. Uma máquina fotográfica Polaroid registra as possíveis soluções. O sistema ainda não permite a concepção assistida por computador, isto é, o desenho em três dimensões, com movimento do manequim e sobretudo com o rebatimento em um plano do modelo, dando origem ao molde padrão.

Na pré-montagem existe um grande número de sistemas pois foi nesta fase que se iniciaram as aplicações das inovações baseadas na informática e na microeletrônica. Alguns destes sistemas são comercializados desde meados dos anos setenta. Os primeiros realizavam apenas a graduação, em diferentes tamanhos, dos moldes de base e geravam os padrões de cartolina utilizados na elaboração do plano de corte. Constituíam-se de uma unidade de processamento central ligada na entrada a uma mesa de digitação para a introdução da imagem do molde no tamanho de base e, na saída, a uma mesa de corte que gerava os conjuntos de padrões para o corte.

Os sistemas mais recentes suprimiram a fase de geração de padrões para o corte. Eles são capazes atualmente de graduar o molde de base nos diferentes tamanhos, permitir a definição de planos de corte no vídeo, registrar o melhor plano de corte e em seguida passar ao corte direto do tecido através de um braço comandado pela unidade central e provido de um elemento de corte em lâmina ou a laser.

Na fase de montagem muitas inovações foram feitas mas poucas dizem respeito à automação. O equipamento padrão utilizado nesta fase ainda é a máquina de costura e até 1978 na indústria do vestuário da Comunidade Econômica Européia 92% do equipamento eram máquinas tradicionais (CETIH, 1979). Alguns robôs para operações específicas e alguns sistemas de transporte aéreo de componentes também foram desenvolvidos mas têm pouca difusão.

Até 1980 as pesquisas mostravam que apenas 10% das firmas americanas utilizavam ou planejavam utilizar as inovações baseadas na informática e microeletrônica (Hoffman e Rush, 1984). Alguns fatores que estão na origem desta baixa adoção dos EAME são os seguintes;

- a indústria do vestuário é constituída por um grande número de pequenas empresas pouco capitalizadas e sob a direção de uma gerência conservadora;
- o insucesso de algumas experiências anteriores de automação com sistemas rígidos deixou repercussões negativas no ramo;
- o custo dos EAME é da ordem de 50 a 100 vezes o preço de uma máquina de costura (Dubois e Parisi, 1982) e o prazo máximo de amortização admitido por empresários do ramo é de dois anos ou pouco mais.
- Os fornecedores tradicionais de equipamentos para o setor tardaram a fazer a conversão de suas engenharias de base mecânica para a eletrônica e tiveram até recentemente uma atuação tímida na comercialização dos novos sistemas.

A penetração dos EAME cresceu muito nos últimos cinco anos devido a um maior esforço de comercialização dos fabricantes; aos programas de incentivo estabelecidos por alguns governos para a indústria do vestuário; às mudanças ocorridas no próprio ramo tais como a tendência à concentração das empresas e a uma maior incorporação de técnicos no ramo. A situação atual é radicalmente diferente daquela encontrada em meados dos anos setenta, já se encontrando no mercado (inclusive no Brasil) equipamentos automáticos de diversas origens para algumas fases do processo de produção, além de estarem em andamento dois projetos globais de automação para o setor. As indústrias de equipamento japonesas e americanas desenvolvem no momento projetos piloto de uma fábrica integrada com financiamentos dos respectivos governos.

III.2.b - A Situação do Brasil

III.2.b.1 - A evolução recente e a penetração dos EAME

A indústria do vestuário no Brasil tem conseguido manter uma taxa de crescimento positiva durante os últimos 30 anos apesar das crises e das transformações ocorridas no processo de industrialização do país. Este crescimento persistiu nos últimos cinco anos apesar do baixo consumo per capita dos produtos têxteis em relação à média internacional e da baixa penetração dos produtos brasileiros no mercado internacional.

No ano de 1980 o consumo per capita de produtos têxteis no Brasil era de 6,7 kg por ano, já abaixo da média internacional. Em 1984 esta taxa baixou para 4 kg ou seja 35% da média de consumo no mundo em flagrante contraste com os 22 kg nos EUA; 18,4 na RFA; 14,5

no Japão e 13,6 na França.

Apesar dos esforços de exportação de algumas grandes firmas, a participação do setor em relação ao total de manufaturados exportados é de apenas 0,6% em 1984 quando foram exportados US\$ 157.239.000 FOB de produtos do vestuário.

A participação da indústria no PIB nos últimos cinco anos foi de cerca de 3% e seus efetivos no mesmo período não ultrapassaram os 400.000 trabalhadores diretos e cerca de 1.600.000 trabalhadores ligados à distribuição. O vestuário é atualmente o segundo maior empregador na indústria de transformação logo após a indústria alimentar. (Abrajeans Notícias, Julho-Outubro de 1985).

Nos últimos dez anos a expansão da confecção deu origem a uma nova configuração do setor no Brasil onde a moda e a regionalização da produção são dois fatores importantes. Face ao ritmo acelerado da mudança da moda no Brasil uma estrutura de produção mais versátil e próxima do mercado consumidor tende a se comportar melhor que uma estrutura descentralizada e mais pesada. A maior indústria de lingerie no Rio de Janeiro e uma das maiores fábricas do país registrou, por exemplo, uma queda de 40% de suas vendas em 1984 enquanto floresceram as pequenas e micro empresas do ramo.

A emergência desta nova distribuição da produção pode ser associada à urbanização recente da sociedade brasileira e a alta taxa de crescimento demográfico dos últimos 20 anos (em torno de 22,2%). Atualmente estima-se que o número de empresas de mais de cinco empregados no ramo seja da ordem de 12 a 15 mil sem contar as não registradas oficialmente.

Em visitas a algumas empresas constatou-se que a aplicação da ME tende a concentrar-se na informatização do gerenciamento da produção e na otimização do corte (sistema Gerber). Foi possível observar que a automação industrial no setor vestuário no Brasil parece estar próxima ao nível médio encontrado nos países centrais. Assim como foi mencionado para o caso do setor têxtil, empresários e gerentes industriais das grandes empresas do ramo (mais que 1000 empregados) acompanham ativamente a evolução técnica do setor através de participação nas grandes feiras internacionais realizadas na Europa e nos EUA. Os fornecedores de equipamentos mantêm também representantes comerciais no Brasil.

Como se pode verificar através dos projetos das empresas, similarmente ao que ocorre nos países desenvolvidos, a automação do vestuário no Brasil diz respeito às duas primeiras fases do processo de produção. As vantagens dos sistemas de otimização de corte são:

- a) simplificação das tarefas na preparação;
- b) economia de matérias primas e outros materiais;
- c) redução do número de postos de trabalho qualificados na preparação;
- d) aumento da qualidade final do produto;
- e) maior flexibilidade para o lançamento de novos modelos e agilidade para a manutenção de prazos de entregas.

A seguir mostra-se como estas vantagens reconhecidas nas pesquisas internacionais se enquadraram no campo dos determinantes da automação do vestuário no Brasil e como outras características dos sistemas de corte revelaram-se importantes para a adoção deste EAME.

III.2.b.2 - Determinantes da automação microeletrônica

Três fatos tiveram um peso importante na decisão relativa a compra de equipamentos de automação:

- a) o aumento da competição no mercado interno;
- b) as novas tendências da moda e as mudanças nos hábitos dos consumidores durante a crise econômica recente;
- c) a adoção da receita exportadora para setores tradicionais tais como o têxtil e o vestuário.

A conjugação destes três fatos criou a necessidade de desenvolvimento de produtos de melhor qualidade para a diferenciação no mercado interno, garantindo condições mínimas de participação no mercado externo; cria também a necessidade de produzir com maior flexibilidade para responder aos imperativos do mercado interno, além de possibilitar uma maior diversificação necessária à abertura ou expansão no mercado externo.

À exceção de uma empresa multinacional, cuja estratégia comercial não prevê a exportação, os resultados de visitas feitas a fábricas mostram o laço entre as estratégias de inovação recentes no vestuário e a etapa de desenvolvimento do produto que ganha, sobretudo, características para competir no mercado externo.

Os estímulos para a adoção das EAME no vestuário no Brasil provém portanto de algumas das vantagens enunciadas anteriormente que estão intimamente ligadas à fase de concepção e preparação, tais como:

- aumento da qualidade do corte de componentes com repercussões nos tempos de lançamentos dos produtos no mercado;
- aumento da qualidade do corte de componentes com repercussões na qualidade do produto completo;
- diminuição do tempo necessário à preparação com repercussões no ciclo total devidas a este ganho de tempo direto e, a um acréscimo relativo à redução dos tempos perdidos com erros e defeitos agora evitados pelo sistema automático.

Outras vantagens que tomam uma importância particular devido a algumas características próprias ao setor no Brasil são:

- redução dos custos de produção através da economia em matéria prima (80% dos custos) e em mão-de-obra (20%);

- possibilidade de adoção gradual dos novos sistemas ME, de modo a promover a conversão "suave" das empresas e de seus quadros técnicos para as novas tecnologias.

A despeito dos estímulos acima descritos, a decisão de adoção dos EAME resulta, principalmente, do dinamismo de um novo conjunto de dirigentes e de técnicos do ramo, apesar de que um conjunto de fatores tende a agir como desestímulo à difusão destas tecnologias em um setor tradicional como o vestuário.

A crise econômica mundial soma-se a crise interna recente que teve repercussões nefastas para o ramo, conforme já relatado anteriormente. A incidência maior da crise ocorreu em 84, justamente o ano da decisão da compra dos equipamentos pela maioria das empresas. As pesquisas de opinião feitas junto aos empresários de têxtil-vestuário no período 1983-1984 atribuíam ao setor os piores índices de avaliação da conjuntura destacando entre fatores determinantes a política governamental. Além dos fatores conjunturais, o baixo custo da mão-de-obra tende a não incentivar os investimentos em automação, particularmente quando os dispositivos tecnológicos promovem apenas uma substituição parcial da quantidade de mão-de-obra sem dispensar o concurso da habilitação do trabalhador, como é o caso dos sistemas de corte. Por último, as incertezas quanto aos ganhos de produtividade e o alto custo dos equipamentos desencorajam, a princípio, a adoção dos EAME pois os prazos de amortização dos equipamentos podem ser superiores a 2 ou 3 anos.

Apesar do alto grau de adaptabilidade da mão-de-obra e da baixa rigidez do sistema de relações de trabalho no Brasil (fatores que favorecem as mudanças no processo produtivo), um fator de desestímulo, de ordem social, é a falta de uma estrutura sólida de formação e treinamento profissional da força de trabalho, fazendo com que caibam à empresa e ao trabalhador, individualmente, os esforços de qualificação para os novos sistemas. Mesmo quando as necessidades de reconversão da mão-de-obra são aparentemente baixas, a ausência de um sistema de formação profissional:

- acarreta uma qualificação restrita à nova tarefa dentro de um processo de trabalho específico a uma empresa, o que constitui um baixo estímulo para o trabalhador dado o caráter limitado da experiência;
- restringe o campo de difusão dos novos sistemas reduzindo as possibilidades de expansão tecnológica no setor, o que, a princípio, contraria os interesses do ramo.

A nível tecnológico, os sistemas automatizados fazem apelo a campos de conhecimento diferentes: a informática e a microeletrônica. O bom funcionamento destes sistemas depende da ação conjunta de dois tipos de técnicos até recentemente ausentes no ramo pois a sua base tecnológica solicitava sobretudo a atuação de técnicos mecânicos e eletricitas. Acrescente-se a esta restrição o fato de existir atualmente no Brasil um número restrito de técnicos em eletrônica industrial.

Numa outra categoria incluem-se os fatores de política tecnológica associados ao modelo de desenvolvimento econômico recente no país. As pressões políticas decorrentes da dívida contraída no exterior e as pressões internas resultantes das divergências quanto ao futuro do modelo econômico até então vigente, deram origem a um clima extremamente desfavorável para planejamentos a curto e a médio prazos em um ramo como o vestuário. Diante deste quadro apenas um número restrito de empresários do setor foi capaz de estabelecer cenários para os cinco anos futuros de forma a analisar a automação industrial frente as possíveis mudanças até o ano 1990. Alguns deles sublinharam a importância dos ganhos relativos a redução da mão-de-obra, o que motiva a automação industrial nos países centrais.

No que diz respeito à política de desenvolvimento tecnológico, a ausência de um plano específico para o setor provocou e mantém um retardamento tecnológico acentuado da média das empresas brasileiras em relação ao nível internacional e propiciou uma defasagem crescente entre as pequenas, médias e grandes empresas do setor. Resultados de pesquisas recentes sobre a avaliação da aplicação industrial das novas tecnologias ME demonstram que a capacitação prévia em áreas como a informática industrial e a engenharia de produção tem um papel importante no sucesso das implementações (Tavares, 1984 e 1985 e CPE, 1985). Por outro lado um tecido industrial muito diferenciado em sua base tecnológica (ao contrário, por exemplo, do caso japonês) não permite um intercâmbio ao nível das experiências tecnológicas e nem propicia novas formas de associações comerciais (subcontratação, fabricação sob licença) que incrementam a difusão das novas tecnologias.

Ainda em relação à política tecnológica, a ausência de um planejamento integrado a nível dos complexos industriais, como é o caso têxtil-vestuário, pode vir a reduzir as vantagens isoladamente obtidas através da automação nos dois setores.

Em termos institucionais, nos países em desenvolvimento, diversos motivos levaram a não emergência, até o presente momento, de centros técnicos associados aos diferentes ramos industriais e mantidos conjuntamente por empresas e pelo governo. Estes centros e outras instituições criadas pelo patronato dos países industrializados tendem a promover uma modernização tecnológica no ramo e uma atualização do empresariado em temas de ordem econômica, política e social. Através de equipes próprias ou associadas a grupos de pesquisa universitários, estes centros promovem uma maior integração das empresas do ramo e constituem-se em elementos de ligação entre a indústria e os demais agentes de modernização industrial. A carência deste tipo de instituição no Brasil reduz as possibilidades de uma ação conjunta pró-modernização em ramos como o vestuário que apresentam uma estrutura bastante diversificada e um grande número de empresas.

III.2.c - CONCLUSÕES

Tais fatores de desestímulo não têm representado, por enquanto, um obstáculo maior à introdução dos EAME no setor, que é recente mesmo nos países desenvolvidos. A velocidade de difusão dos EAME no setor vestuário brasileiro poderá entretanto, não acompanhar a mesma intensidade observada nos países desenvolvidos.

A introdução incipiente das novas tecnologias tem permitido às empresas brasileiras a conversão suave para uma nova base tecnológica. Os equipamentos automatizados convivem com os tradicionais possibilitando o aprendizado tecnológico. Esta estratégia é viabilizada pela dimensão e dinamismo do mercado interno que se por um lado impulsionam a introdução dos EAME, por outro permitem que esta difusão seja gradativa de forma a poder fazer face às dificuldades apontadas. A introdução e difusão de EAME no setor de vestuário tem sido localizada especificamente nas fases de modelagem, otimização de corte e na fase do corte em si. Não existe, entretanto, ainda algo que se poderia caracterizar como um plano global de automação por parte das empresas e nem o que está ocorrendo é a primeira etapa de um plano global.

III.3. CALÇADOS

III.3.a - O Panorama Tecnológico Internacional

A "fronteira tecnológica" de produção de calçados de couro a nível internacional está na adoção de sistemas computadorizados para a execução de diversas operações na fabricação, na automatização de seqüências operacionais coligadas numa linha contínua de produção e na introdução de sistemas de CAD na área de criação de modelos e desenvolvimento do produto.

O primeiro item mencionado não altera radicalmente a estrutura de produção. Eleva a produtividade em cada operação, reduzindo o tempo, melhorando a qualidade e reduzindo, eventualmente, as necessidades de mão-de-obra. Permite, principalmente, fácil adequação a alterações nas operações a serem empregadas. Constituem-se, em grande parte, em aperfeiçoamentos de máquinas já existentes que passam a empregar os recursos da microeletrônica para programar operações e, eventualmente, fundir operações antes realizadas isoladamente, através, inclusive, de controle numérico.

A automatização de linhas de produção interliga operações em seqüência, substituindo mão-de-obra e elevando a produtividade. Há sistemas desenvolvidos na Europa que usam pouquíssima mão-de-obra numa linha de montagem onde as operações são executadas automaticamente e transferidas por um sistema de transporte automático também, de uma a outra. Há exemplos de indústrias assim estabelecidas na Alemanha, França e Espanha, os dois últimos concorrentes do produto brasileiro no mercado internacional.

Por fim, a utilização de CAD nas atividades de modelagem e desenvolvimento de produtos com eventual extensão ao corte do couro, constitui a fronteira última do desenvolvimento tecnológico. Seu aparecimento deveu-se primeiramente a esforços por parte do governo norte-americano que financiou pesquisas na área em fins de 1980 com o propósito de aumentar a competitividade da indústria desse país em relação aos produtos importados. De custo bastante elevado, não se tem notícias de sua difusão ampla. Sabe-se de seu emprego em alguma unidade, restrito ao funcionamento apenas nas seções de modelagem e corte.

III.3.b - A Situação do Brasil

III.3.b.1 - Introdução

A indústria de calçados apresenta algumas características que a distinguem no parque industrial do Brasil. Em primeiro lugar há um acentuado predomínio das pequenas e médias empresas às quais se agregam um grande número de micro-empresas. Na distribuição do valor de produção, as grandes empresas não são majoritárias, assim como no emprego gerado. Estas, ademais, estão longe de poderem ser comparadas com aquelas de outros setores como material de transporte, mecânica, entre outras. É uma indústria de característica pouco capital-intensiva e a maior unidade fabril não tem mais de 3000 empregados. O

caráter pouco concentrado da indústria fica ainda mais evidente se examinados os aspectos de capital aplicado, faturamento, ou outras medidas de tamanho usuais. O mercado é, assim, claramente concorrencial, havendo poucas marcas no mercado interno associadas a determinados produtos enquanto no mercado externo, a marca é atribuída pelo importador. A propriedade do capital é esmagadoramente nacional, havendo um reduzidíssimo número de empresas de capital estrangeiro: Há uma forte concentração espacial das indústrias, sediadas em sua maior parte nos municípios de Novo Hamburgo/RS e Franca/SP, o primeiro fabricando calçados femininos e o segundo, prioritariamente, masculinos. A produção para o mercado externo tem se tornado progressivamente mais importante, chegando atualmente a compor mais de 50% da produção dos dois núcleos, cuja importância dentro do mercado exportador de calçados é ainda maior.

Segundo o Censo Industrial de 1980, haveriam no País cerca de 4559 estabelecimentos empregando 123.900 empregados. Tais números correspondem a, respectivamente, 2,4% e 3,2% do total da indústria de transformação. Em termos do valor de transformação industrial essa participação cai para 1,5%, indicando o caráter trabalho-intensivo da atividade. Neste setor, ademais, os salários médios são inferiores e o valor adicionado por trabalhador, idem, assim como o valor adicionado por estabelecimento.

A importância do mercado externo para o setor ampliou-se fortemente nos anos mais recentes. De uma participação média ao longo da década de 70, da ordem de 4% a 6% no total de produtos manufaturados, em 1984 atingiu a proporção de 7,1%. No total de exportações brasileiras, a sua importância tem aumentado sistematicamente desde 1970, subindo de um índice de 0,3% naquele ano para 4,0% em 1984. Neste ano o recorde de US\$ 1.077 milhões foi atingido, sendo 87,5% para o mercado norte-americano. O produto brasileiro, neste ano recorde representou cerca de 10% do consumo aparente de calçados nos Estados Unidos e cerca de 25% da importação de calçados de couro desse país. Em termos do mercado mundial a participação brasileira foi de 9% em 1984.

A indústria brasileira de calçados está longe de fazer uso sistemático das tecnologias mais recentes a nível internacional. Há equipamentos que utilizam microcomputadores para a programação de suas rotinas, inclusive de fabricação nacional, particularmente em máquinas que usam material termoplástico na sua operação (solado, colagem, etc.), mas poucas empresas o possuem e utilizam. Por outro lado, há ainda um certo desinteresse da classe produtora com os aspectos de automação da indústria de calçados, manifesto no recente 2o. Conai (Congresso Nacional de Automação Industrial), realizado em dezembro de 1985, onde, no painel destinado à indústria de calçados não se registrou o comparecimento de qualquer representante da indústrias.

A verdade, no entanto, é que esse atraso tecnológico da indústria brasileira não tem até o momento prejudicado a competitividade do produto nacional no seu principal mercado comprador, os Estados Unidos, onde comparecem também os produtores europeus mais modernos. Ver-se-á que há vários fatores concorrendo,

entre os quais alguns estariam nas nossas "vantagens comparativas" e outros nas especificidades naturais desse artigo.

Entre as "vantagens comparativas" estão os baixos salários de nossa indústria (em Franca onde as maiores taxas de crescimento das exportações têm se verificado, 89% dos trabalhadores ganhavam até 3 salários mínimos em 1979), a recessão no mercado interno até 1985, a taxa de câmbio favorecedora das exportações e os outros favorecimentos fiscais.

III.3.b.2 - Determinantes da automação microeletrônica

A produção de calçados de couro apresenta limites à automação na medida em que a matéria prima é um artigo irregular e não homogêneo. O couro é um produto natural em que a estrutura das fibras e, portanto, sua consistência, maleabilidade, largura, dependem da qualidade do animal que lhe deu origem, de suas condições de criação, tanto do ponto de vista de sua alimentação, como dos cuidados com doenças e parasitas. O tratamento curtumeiro realizado pode homogeneizar em boa parte o produto (elevando os custos) mas não suprime as diferenciações. Já o couro sintético não tem condições ainda de substituir o couro natural. Isto provoca a diminuição das possibilidades de automação, na medida em que a não padronização da matéria-prima dificulta a pre-definição de algumas operações, como é o caso do pesponto e o corte do couro. Cita-se um exemplo: é de fácil resolução matemática e mecânica, de acordo com o desenho do calçado que se pretenda elaborar e, portanto, do formato e tamanho do corte do couro necessário, a otimização do aproveitamento de cada peça inteira de pele (vaqueta) e seu corte, pelo uso de computadores acoplados a sistemas de corte. Esse exercício, entretanto, torna-se impossibilitado pela irregularidade do couro que apresenta nós ("olhos") e, principalmente no caso brasileiro, marcas de carrapatos e feridas de cerca de arame farpado. Os cortes feitos manualmente levam isso em consideração, o que um sistema mecanizado não tem, ainda, condições de fazer.

A adoção de sistemas de produção automatizados apoiados na microeletrônica possibilita, em tese, vantagens em função da complexidade, precisão e redução de custo das peças produzidas. Quanto ao primeiro aspecto, o calçado, embora resulte de um número muito grande de operações (mais de cem) na sua produção, não apresenta grande complexidade tecnológica, sendo possível sua produção até mesmo por um único artesão auxiliado por ferramentas simples. Quanto à precisão, a irregularidade da matéria prima, por uma parte, dificulta a pré-programação de operações, e por outra, não se constitui em uma necessidade como ocorre nas atividades de outros setores em que milímetros são importantes. Resta a redução de custos como fator de indução microeconômico ao uso de equipamentos automatizados.

Na verdade, os desestímulos à adoção de sistemas automatizados na indústria brasileira de calçados de couro prendem-se à eficiência do atual sistema de produção diante da situação do custo de sua mão-de-obra e da estrutura de organização industrial que preside o setor. O desenvolvimento tecnológico recente da indústria

tem, ao mesmo tempo, promovido incrementos de produtividade com a introdução de máquinas mais sofisticadas e modernas e que unem operações, antes dissociadas, numa só operação, com a introdução de componentes mais modernos (colas, palmilhas, contrafortes e couraças termoplásticas injetáveis, por exemplo), e com a introdução de computadores na administração da produção (em escala limitada). Em suma, mantêm-se a estrutura produtiva e as rotinas tradicionais de organização.

A organização do setor não gerou uma especialização de funções nas unidades fabris tal como ocorre na Europa, embora nos anos mais recentes seja possível notar-se uma tendência nesta última direção. No Brasil as unidades produtivas perfazem todo o conjunto de operações que geram o calçado a partir do couro (ou outra matéria prima), desde a criação (ou cópia) do modelo ao acabamento, até, por vezes, a fabricação da sola. Tal não ocorre na Europa onde as fábricas especializaram-se nas respectivas seções. Daí o volume de produção em pares/dia por fábrica ser, na Europa, vários múltiplos do que é no Brasil em média.

A escala ampliada de produção favorece a introdução de sistemas automatizados, particularmente os que compõem linhas de produção onde operações estão interligadas mecanicamente por sistemas de transferência. Ou seja, possibilitam economia de integração e maior eficiência por tempo de operação, mas exigem maior escala operacional para amortizar o investimento e otimizar o aproveitamento do equipamento.

A flexibilidade da linha de produção é fundamental na indústria de calçados devido a diversidade de modelos e tamanho. Os equipamentos devem permitir ajustes frequentes. Particularmente sensíveis a este aspecto são as áreas de modelagem e corte, na medida em que cada modelo exige vários tamanhos, cuja série de numeração é bastante diferente de país para país. Os atuais pantógrafos de moldes que servem de base para o corte do couro nos diversos números a partir de um modelo inicial, seguem uma escala aritmética que não se ajusta com perfeição às sequências dos diversos países. A automação nessa área através de um programa integrado de elaboração do modelo no CAD e transmissão das instruções adequadas para o corte dos moldes (auxiliares no corte do couro) tornaria o sistema muito mais flexível o que é bastante desejável quando se trata de atender um mercado de lotes menores e mais diversificado.

A automação na indústria de calçados se apresenta no momento como uma alternativa de incremento de produtividade e melhoria de qualidade apenas a médio e longo prazo. Na medida em que os salários tendem a crescer, no seio de uma política econômica redistributivista e sob pressões mais intensas de seus trabalhadores, e que surjam maiores dificuldades com a taxa cambial, a competição no mercado externo exigirá avanços nessa direção por parte da indústria nacional. No entanto, esta questão não pode ser prorrogada sob pena de comprometer o próprio desempenho do setor internamente. A matriz seguinte mostra a vulnerabilidade da indústria de calçados devido a seu caráter de produção discreta e basicamente destinada aos países desenvolvidos. Na matriz foram incluídos apenas os mais importantes

MATRIZ DE RISCO PARA OS PRINCIPAIS PRODUTOS
MANUFATURADOS DE EXPORTAÇÃO DO BRASIL*

		CARACTERÍSTICAS DA PRODUÇÃO	
		Produção com base em processo contínuo e transformação de matéria-prima **	Produção com base em fabricação e montagem
Menor Risco ↓ Nível de dependência por tipo de país ↓ Maior Risco	Grande dependência de países em desenvolvimento	. Óleo de soja em bruto (7) . Açúcar refinado (9)	. Material de transporte (1)
	Equilíbrio entre desenvolvido e em desenvolvimento	. Produtos siderúrgicos (3)	. Caldeiras, máquinas etc. (2) . Máquinas, aparelhos elétricos, etc. (6)
	Grande dependência de países desenvolvidos	. Suco de laranja (4) . Prod. Químicos orgânicos (8) . Óleos Combustíveis (10)	. Calçados (5)

Menor Risco → Maior Risco

* O número entre parenteses indica a posição do produto na parte de exportação.

** Óleo de soja e açúcar refinado são de fato classificados semifaturados pela CACEX.

Fonte: Fleury, 1984.

produtos da pauta brasileira de exportações. Para ser competitivo, entretanto, há que se envidar esforços no sentido da padronização de materiais e fôrmas (material auxiliar e que se desgasta a cada 70 a 100 pares produzidos) sem os quais dificilmente quaisquer processos automatizados mais sofisticados poderão ser implantados. A normalização e especificação técnica é ainda bastante precária neste setor industrial e empresários têm mesmo chegado a apontar com grande exagero, como o principal fator impeditivo da automação ao lado do custo da mão-de-obra.

Na verdade, o sucesso do atual modelo tem limitado o interesse por inovações que implicam alterações na estrutura de produção. O desenvolvimento tecnológico verifica-se por aperfeiçoamentos nas atuais máquinas de produção que, recentemente, passaram a incluir processadores micro-computadorizados no comando das mesmas operações. Para oferta desses equipamentos já se conta no país com uma indústria de equipamentos capaz e ágil, embora produza muitas vezes máquinas de qualidade inferior às importadas (alemãs, italianas e americanas). Quanto a equipamentos ou conjuntos automatizados mais complexos, não se dispõe no momento de produção interna. Há apenas o esforço de desenvolvimento localizado de um grupo no sul do país de equipamentos para pintura de couro e calçado e iniciativas localizadas e restritas.

III.3.b.3 - Política Tecnológica e competitividade.

A ação de uma política tecnológica para o setor preocupada com a questão da automação não teria implicações imediatas, seja pelo pouco interesse empresarial, no momento acomodado ao atual padrão, preferindo, em larga medida, concentrar sua atenção na política comercial e em ações que o beneficiem no fornecimento de matéria prima e componentes, seja porque uma política desse cunho exige um fôlego maior cujo amadurecimento verifica-se apenas no longo prazo. Ademais, a estrutura concorrencial, apoiada fortemente em médias e pequenas empresas não especializadas desse setor industrial, restringe a capacidade de introdução de progresso técnico que é ainda influenciada em grande parte pelos importadores que detêm o poder de determinar as especificações do produto (Fleury, 1984). O apoio do Estado ao desenvolvimento tecnológico do setor parece fundamental para que não se resuma sua ação à arbitragem da pressão em sentido contrário que exercem, de um lado, os setores que pretendem importar equipamentos mais modernos (calçadistas), do outro lado, os setores que produzem equipamentos no país. As perspectivas futuras não garantem a atual participação brasileira no mercado internacional de calçados se a modernização do parque produtivo nacional não se verificar. Esta vai depender de uma política tecnológica para o setor integrada com uma política industrial ampla que contemple o estímulo à produção interna de produtos mais elaborados e de desenvolvimento de tecnologia nacional (política de informática) sem prejuízo, entretanto, da capacidade exportadora do país, ou seja, de manutenção ao menos de nossa competitividade em termos de preço e qualidade. Neste sentido, o aprofundamento e aceleração do processo já observado de especialização de funções e ampliação da escala, particularmente na etapa de montagem e acabamento (porque o pesponto pode ser, e efetivamente é,

parcialmente, feito individualmente em casa), é essencial permitir a alteração dos processos produtivos em direção à automação dos processos.

III.3.c - Conclusão

Como foi visto, a difusão dos EAME no setor é muito incipiente comparada àquela que se processa nos países desenvolvidos. Entretanto, os calçados nacionais continuam a ser competitivos, como mostra o crescimento das exportações nos últimos anos.

Esta posição, apoiada na vantagem comparativa do baixo custo da mão-de-obra local, vem sendo ameaçada pelo avanço do "gap" tecnológico devido à lenta difusão da tecnologia microeletrônica e à falta de perspectivas acerca de sua incorporação mais rápida na indústria brasileira.

A estrutura dispersa do setor (constituído por numerosas pequenas e médias empresas produzindo em escala restrita), a permanência de um perfil organizacional das firmas com pouca especialização das funções, o pequeno poder de barganha dos produtores frente aos importadores e os baixos salários (não só relativamente aos países desenvolvidos mas também em relação à própria média da indústria de transformação no Brasil) tem retardado muito uma modificação deste quadro. A possibilidade de revertê-lo parece depender da ação de uma política tecnológica atenta às necessidades do setor, ainda que no momento as atenções dos empresários estejam mais voltadas para aspectos de comercialização.

III.4 - MÁQUINAS-FERRAMENTA

III.4.a - Características Gerais e Fronteira Tecnológica Internacional

A máquina-ferramenta (MF) é um equipamento destinado ao corte ou conformação de metais ou carbonetos metálicos, que tem um papel de alto relevo na irradiação de ganhos de produtividade na estrutura industrial, quer participando na fabricação de bens de consumo duráveis quer na de máquinas e equipamentos em geral (TAUILLÉ, 1984). Em 1982, 78% das MF produzidas no mundo destinaram-se ao corte de metais, contra 22% para conformação (Sciberras e Payne, 1985).

A extrema variedade dos requerimentos dos setores usuários quanto à geometria, tamanho e precisão das peças a serem produzidas exige que parte substancial da produção das seja feita sob encomenda. Em 1982, 40% da produção mundial era composta de máquinas específicas (em geral feitas sob encomenda) enquanto 60% representavam MF de uso geral (geralmente produzidas em série) caracterizadas pela flexibilidade e necessidade de trabalho qualificado para sua operação (Ibid., 1985).

A tecnologia de uso e de fabricação das MF foi revolucionada com o surgimento da microeletrônica, que permite transferir as operações de comando da MF para um computador (o controle numérico) que passa a controlar e executar automaticamente as operações de velocidade, trajetória e posicionamento das ferramentas. A MFCN, além de garantir melhor qualidade, é rapidamente reprogramável, reduzindo os tempos de circulação e espera, trazendo elevados ganhos de produtividade substanciais. O impacto da tecnologia do CN fez-se sentir particularmente no segmento de MF de corte, caracterizado por operações envolvendo geometrias variadas e complexas, viabilizando mesmo o surgimento de novas MF, como os centros de usinagem.

O uso do CN continua a implicar ainda numa série de mudanças na parte mecânica da MF. Na Feira Industrial de Hannover de 1985, destacaram-se várias inovações, como por exemplo; MF com dois ou até três cabeçotes de ferramentas, que podem trabalhar simultaneamente; ferramentas ativas (com eixo próprio); rotação da mesa permitindo torneamento nos centros de usinagem; controle de desgaste das ferramentas; magazines com grande número de ferramentas e dispositivos de pré-posicionamento; sistemas de medição eletrônicos; associação de praticamente todas as MF com sistemas de carga e descarga, em geral manipuladores simples, etc. (Stemmer, 1985). A conjugação destas inovações tornam a MFCN crescentemente distante de uma MF convencional em termos de qualidade, flexibilidade e produtividade.

A indústria, de MF caracterizada por lotes de produção pequenos e médios, é bastante beneficiada como usuária da MFCN, pois permite um processo de aprendizado para a fabricação desta, além de criar uma espécie de mercado cativo. A nível internacional a produção automatizada de máquinas ferramenta se caracteriza pela utilização crescente de sistemas integrados vertical e horizontalmente. Neste último caso, cada vez mais são empregados EAME formando desde células

de usinagem até complexos Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS), assim como sistemas de carga e descarga e transporte automáticos. Quanto a integração vertical, esta é efetuada através da conexão destes equipamentos de produção com sistemas automáticos de projeto, programação e controle centralizado (CAD/CAM).

III.4.b - A Situação do Brasil

Em 1984, a indústria brasileira de MF produziu 12.169 unidades de MF, a um valor de Cr\$ 193,1 bilhões (US\$ 98,9 milhões, pelo câmbio médio do ano). Destes totais, a produção de MF de corte de metais representava 87,7% das unidades e 89,8% do valor produzidos, respondendo as MF de conformação pelas parcelas restantes (ABIMAQ/SINDIMAQ, 1985 - o levantamento abrangia 84 empresas em oito estados).

Para o mesmo ano, as exportações de MF alcançaram US\$ 20.248 mil FOB, representando 6.453 unidades (valor médio unitário de US\$ 3.137). Destes totais, as MF de corte representavam 91,1% e 90,2% do valor e unidades exportados. As exportações concentram-se em MF pouco sofisticadas tais como tornos de pequeno porte, furadeiras, esmerilhadeiras e dobradeiras (ABIMAQ/SINDIMAQ, 1985; com base em dados da CACEX - Carteira de Comércio Exterior).

Em 1975, registravam-se 102 empresas fabricantes de MF, das quais 18 eram majoritariamente controladas por estrangeiros (19 em 1979) (Silva, 1984). Das empresas estrangeiras, destaca-se a existência de 11 subsidiárias de empresas alemãs, cuja maioria ingressou no país na primeira metade da década de 70, incentivadas pela estratégia governamental de substituição de importações no setor de bens de capital (Máquinas e Ferramentas, 1983).

Embora não sejam as maiores empresas em termos de emprego e faturamento, as subsidiárias alemãs respondem pela produção de MF mais sofisticadas. Como expressão disso, em 1985, nove subsidiárias alemãs produziram 60,4% das unidades de MFCN (contra 39,6% para empresas de capital nacional) atendendo o segmento de máquinas mais complexas, como por exemplo os centros de usinagem (Stemmer, 1985).

A tendência à substituição de MF de corte convencionais por MFCN sugere uma possível elevação da concentração na indústria de MF, por dois motivos: de um lado, o desenvolvimento de uma MFCN, por envolver uma nova base técnica (a eletrônica) demanda investimentos elevados e que podem ser melhor absorvidos por empresas de maior porte; de outro, são as empresas grandes que podem arcar com os elevados investimentos necessários à incorporação de MFCN em suas fábricas (contando com escalas mínimas de produção) possibilitando ganhos significativos de produtividade.

Neste quadro, as empresas pequenas e médias tenderiam a ser deslocadas para mercados específicos, enquanto as subsidiárias estrangeiras teriam uma dupla vantagem: em primeiro lugar, podem lançar no mercado MFCN sofisticadas já desenvolvidas pela matriz; e, via matriz, contam também com recursos e experiência para se tornarem grandes usuárias de MFCN e de outros equipamentos de automação.

III.4.b.1 - Nível Tecnológico dos Fabricantes de MF

Tecnologia de Produto

As empresas de capital nacional do setor, cujas origens remontam às primeiras décadas do século, adquiriram competitividade externa na produção de MF de pequena e média sofisticação, como demonstra a análise da pauta de exportações de MF; algumas empresas nacionais também ingressaram na produção de MF sofisticadas, sendo uma delas a responsável pela primeira MFCN fabricada no Brasil (com CN importado) e líder na produção de MFCN em 1985.

O segmento de MF sofisticadas é, no entanto, dominado por subsidiárias estrangeiras; em 1975, das 30 empresas fabricantes de produtos de alta qualidade, 17 eram de capital majoritariamente estrangeiro; em contrapartida, das 72 empresas fabricantes de MF de qualidade média e baixa, apenas uma era estrangeira (Silva, 1984).

Em 1984, foram importadas pelo Brasil 607 MF a um valor de US\$ 9.945 mil FOB (valor médio unitário de US\$ 65.807) com as máquinas de corte respondendo por 73,5% e 90,7% das unidades e valor importados, respectivamente. O elevado valor unitário das importações (se comparado ao das exportações) indica a concentração da pauta em MF sofisticadas e/ou de grande porte (ABIMAQ/SINDIMAQ, 1985 - dados da CACEX).

A Feira Nacional de Mecânica de 1986 realizada em São Paulo mostrou que as empresas estrangeiras tem procurado incorporar alguns avanços técnicos do exterior tais como dois cabecos de ferramentas, grandes magazines de ferramentas com pré-posicionamento e ferramentas ativas. No entanto, não se notou o acoplamento das MFCN com sistemas de carga e descarga, em função do estágio incipiente da indústria de manipuladores e robôs no país e do baixo custo da mão-de-obra para estas atividades localmente. Já as empresas nacionais procuraram lançar MFCN menos sofisticadas e de menor porte (algumas com CN de 8 bits) para atingir a pequena e média empresa. Muitas empresas de MF de médio porte lançaram linhas com CN, registrando-se a primeira MFCN nacional de conformação (uma prensa viradeira).

Tecnologia de Processo

Para avaliar a tecnologia de processo dos fabricantes de MF foram feitas entrevistas junto a 6 empresas (3 de capital nacional e 3 estrangeiras) todas fabricantes de MF convencionais e MFCN. As entrevistas foram realizadas entre fevereiro e abril de 1986 em consulta direta a representantes das empresas. Essas empresas foram responsáveis por 59,8% da produção de MFCN em 1985 e eram usuárias de um total de 131 MFCN, com previsão de incorporação de mais 16 ao longo do corrente ano. Uma das empresas, com 80 unidades, é a maior usuária do país.

O elevado peso do setor enquanto usuário de MFCN explica-se por dois motivos. Em primeiro lugar, as empresas procuraram, ao longo

dos anos 70, iniciar um processo de aprendizado no uso e manutenção da MFCN para depois ingressarem na sua manufatura. A segunda causa diz respeito a um problema estrutural da indústria brasileira de MFCN: seu alto grau de verticalização. Na falta de fornecedores especializados, as empresas consultadas revelaram ter índices de verticalização de 80% a 90% no caso de MF convencionais e cerca de 80% da parte mecânica da MFCN, efetuando praticamente todas as tarefas de usinagem. Neste contexto, a flexibilidade da MFCN a torna um equipamento adequado a esta indústria.

No entanto, nenhuma das empresas consultadas é usuária de sistemas flexíveis de manufatura (FMS) devido ao elevado custo desses sistemas, e/ou também pela exigência de lotes de peças de tamanho médio, que só seriam possíveis com escalas de produção substancialmente maiores. Igualmente, nenhuma das empresas possui sistemas de CAD, embora três delas (duas nacionais e uma estrangeira) mencionassem ter planos de adquirir tal equipamento.

Duas empresas nacionais praticam os princípios da tecnologia de grupo e de famílias de peças, buscando reduzir o número de itens usinados, elevar o tamanho dos lotes e reduzir o ferramental, procurando um sequenciamento dos lotes de tal forma a otimizar o uso da MFCN (a tecnologia de grupo não é empregada nas MF convencionais). Ambas as empresas têm escalas de produção significativas (de 300 a 500 unidades/mês) em MF convencionais. As demais empresas justificaram a não adoção da tecnologia de grupo justamente em função do tamanho reduzido das escalas produtivas.

A variedade dos lotes de peças é explicado pela necessidade das empresas produzirem vários tipos e modelos de MF, além de efetuarem parte substancial de sua produção sob encomenda (apenas uma empresa, estrangeira, fabrica só em série). Uma solução para este problema é a fabricação de produtos modulares, o que é feito por cinco das seis empresas consultadas.

Entre as seis empresas, quatro exportam MF convencionais (em geral tornos e retificadoras), atribuindo sua competitividade à qualidade e principalmente ao preço, com peso significativo do custo da mão-de-obra e também das matérias primas. Atualmente, os principais mercados estão nos países desenvolvidos, em função da crise cambial vivida pelos países da América Latina. As duas empresas que não exportam (estrangeiras) concentram sua produção em MF sofisticadas (na maior parte MFCN) não tendo condições de competir com os preços da matriz. A terceira empresa estrangeira deve efetuar neste ano uma exportação piloto de um torno com CN para um país da América do Sul.

III.4.b.2 - Determinantes da Automação

Os principais motivos citados pelas empresas para incorporarem MFCN em seus processos produtivos foram a flexibilidade, maior qualidade, e redução dos tempos de circulação e espera. Como mencionado, a flexibilidade da MFCN a torna extremamente adequada dado o tamanho reduzido dos lotes da indústria de MF. A melhor qualidade do processo de usinagem possibilita redução do número de refugos que,

conjuntamente com a redução dos tempos de circulação e espera, permite redução dos estoques de matérias primas e produtos semi-acabados, permitindo redução do capital de giro (dado importante em função das elevadas taxas reais de juros - 15 a 20% ao ano - no período recente no Brasil).

Apenas uma empresa considerou que as características de seu produto não exigiam o emprego da MECN; as demais, fabricantes de produtos mais sofisticados, consideram que certas operações (como interpolações circulares) dificilmente podem ser executadas repetitivamente por uma MF convencional, a não ser com elevado número de refugos. Para todas as empresas, a experiência como usuária de MFCN foi fundamental para que pudessem se tornar fabricantes delas.

As empresas alegam não possuir avaliações quantitativas sobre a mudança na estrutura de custos em função da substituição da MF convencional pela MFCN. Uma empresa forneceu uma avaliação qualitativa, procurando enumerar todos os componentes da estrutura de custos afetados: os tempos de preparação e de usinagem são reduzidos, diminuindo os tempos mortos; há redução do número de refugos; eleva-se o custo do ferramental; os custos de manutenção e de mão-de-obra mudam qualitativamente, mas sem impacto no custo agregado. Outras empresas, com maior experiência como usuárias, destacaram haver redução substancial no custo de mão-de-obra, já que uma MFCN substituiu de 3 a 5 MF convencionais (embora não haja redução no salário do operador). Além disso, foi citada a redução de mão-de-obra no controle de qualidade e na carga e descarga das máquinas.

Apenas uma empresa arriscou fazer uma estimativa grosseira apontando uma redução de 60% em média no custo das peças, redução que é maior com a complexidade crescente das peças. Ao que tudo indica, o uso da MFCN cumpre um papel estratégico para as empresas do setor, dispensando avaliações mais objetivas de redução de custos.

A crise econômica mundial, agravada pela crise interna do princípio da década de 80, afetou profundamente o setor de MF no Brasil. Como exemplo é suficiente citar que uma das principais empresas brasileiras (que em 1986 já voltou a operar próxima da plena capacidade e planeja investir) entrou em concordata em 1983 em função do cancelamento de uma grande encomenda de exportação para o México. O efeito da crise sobre a elaboração e consecução dos planos de automação das empresas e do lançamento de novos produtos não é claro, pois há quem diga que foram adiados e outros avaliam que, ao contrário, foram acentuados.

Algumas das empresas revelaram que o recente Programa de Estabilização Econômica deve criar um ambiente mais propício ao investimento produtivo, permitindo um planejamento de caráter estratégico para o médio e longo prazos, o que é fundamental para o investimento em automação. Três das seis empresas revelaram ter planos de ampliação da capacidade a serem iniciados já em 1986.

As empresas foram unânimes em afirmar que o maior obstáculo à incorporação de MFCN é o seu preço elevado; neste sentido as empresas só incorporam MFCN em planos de ampliação da capacidade ou em

substituição a máquinas depreciadas, não tendo recursos para efetuar um sucateamento tecnológico de seu parque instalado de MF convencionais.

Para uma empresa fabricante de MF convencionais tornar-se usuária de MFCN é necessário montar uma estrutura de recursos humanos específica (operador, programadores, manutenção) que pode tornar inviável a adoção desta tecnologia principalmente para empresas de pequeno porte.

As empresas estrangeiras consultadas não revelaram existir limitações por parte da matriz à incorporação de equipamentos de automação. Ao contrário, indicaram desejar ter maior número destes equipamentos se pudessem importá-los, a preços menores. Nenhuma empresa mencionou enfrentar oposição dos operários à introdução de MFCN, (embora os sindicatos de metalúrgicos estejam entre os mais organizados do país) o que provavelmente se explica pela maior parte das empresas possuir um número ainda pequeno de MFCN.

III.4.b.3 - A Política Tecnológica e suas Implicações sobre os Determinantes da competitividade

A política de reserva de mercado empreendida pelo governo brasileiro, que concede proteção à indústria nascente de CN e MFCN parece ter impactos diversos sobre a indústria brasileira de MF.

As empresas de maior porte, de um lado, passam a contar com condições favoráveis para investir em P e D e usar MFCN, mesmo a custos superiores aos similares importados (em função das pequenas escalas de produção em um estágio inicial de fabricação). Para estas empresas, o uso de MFCN em seus processos produtivos justifica-se pelas vantagens de custo e qualidade, e também por significar uma fonte de aprendizado para o aprimoramento de seus produtos e a criação de mercados cativos. Para estas empresas, a competitividade externa depende da capacidade de fornecer produtos com qualidade (onde o emprego da MFCN no processo produtivo assume importância crescente, em função da concorrência internacional) e a preços competitivos, o que relaciona-se fundamentalmente com o aumento das escalas de produção, beneficiando-se das dimensões do mercado interno brasileiro.

De outro lado, as empresas fabricantes de MF convencionais de complexidade média e baixa, que já possuem competitividade externa com base em baixos custos de mão-de-obra, correm o perigo de erosão de sua competitividade se seus concorrentes no exterior (como os países de industrialização recente da Ásia) passarem a incorporar equipamentos de automação beneficiados por políticas de importação mais liberais. Para as pequenas e médias empresas nacionais, a política de reserva de mercado traz um problema no curto prazo: o elevado custo dos equipamentos, que pode tornar inviáveis ou lentos os planos de automação.

Outro problema diz respeito à formação de recursos humanos. A escassez dos recursos destinados à ciência e tecnologia no Brasil força fabricantes e usuários a arcarem com os elevados custos de

treinamento e formação de mão-de-obra na área de equipamentos de automação (muitas vezes só disponível no exterior) o que novamente prejudica principalmente as pequenas e médias empresas do setor de MF, que podem não ter capital para, de um lado, ingressarem na produção de MFCN, e de outro, beneficiarem-se como usuários.

Vale a pena ressaltar que a produção local de MFCN, viabilizada pela política de informática em vigor, tem de qualquer modo importância fundamental para ambos os casos no que concerne a um aumento da eficiência das atividades de manutenção. Neste sentido, quanto mais automatizado for um sistema produtivo, mais relevante é a proximidade entre produtores e usuários de equipamentos.

III.4.c - Conclusões

A adoção de equipamentos de automação de base microeletrônica, particularmente a MFCN, mas também equipamentos de CAD e Sistemas Flexíveis de Manufatura, conjugados com princípios organizacionais como a tecnologia de grupo tendem, a médio e longo prazos, a se tornarem os principais determinantes da competitividade internacional no segmento de máquinas-ferramentas, onde pequenas e médias séries são tão importantes. De um lado, a MFCN tende a substituir a MF convencional (principalmente no segmento de máquinas de corte) e sua crescente sofisticação passa a exigir equipamentos de automação para as atividades de projeto e manufatura. De outro, a MFCN e os FMS também trazem ganhos de competitividade (em preço, qualidade e flexibilidade produtiva) para os fabricantes de MF convencionais simples e de pequeno porte, alterando gradativamente as vantagens competitivas de diferenciais de taxas de salários. A necessidade e urgência da automação na indústria de MF brasileira, deve, no entanto, levar em consideração as especificidades de sua estrutura de mercado e de propriedade de capital.

As empresas subsidiárias estrangeiras tendem a incorporar equipamentos de automação em função da complexidade de seus produtos, da adequação de suas linhas produtivas às da matriz e da concorrência no mercado interno. Atuando no segmento de MF sofisticadas (com destaque para as MFCN) onde o peso dos custos de mão-de-obra tenderão a se reduzir na medida em que automatizem, tais empresas dificilmente poderão competir com suas matrizes, que possuem economias de escala substancialmente maiores (uma empresa, por exemplo, revelou ter uma escala de produção vinte vezes menor que a de sua matriz). Ainda assim, o baixo valor da mão-de-obra no Brasil, num tipo de produção onde este fator é tão importante, não costuma ser destacado pelas empresas que parecem escamoteá-lo, em função de sua política de preços.

As empresas nacionais de grande e médio porte, exportadoras de MF convencionais de complexidade média e baixa e que ingressaram no segmento de MFCN, terão maior urgência em automatizar suas linhas de produção, mas, têm condições mais favoráveis para fazê-lo. Enquanto empresas de maior porte, contam com maior volume de recursos para efetuar os investimentos necessários; como fabricantes de MFCN, deverão incorporar estas máquinas como usuárias para responderem

adequadamente à crescente sofisticação das MFCN, especialmente por concorrerem com as subsidiárias estrangeiras no mercado interno; enquanto fabricantes de MF convencionais, possuem escalas mínimas de produção que justificam o emprego de equipamentos de automação.

A situação mais delicada é a enfrentada pelas empresas de pequeno porte que fabricam MF convencionais de baixa complexidade, muitas das quais possuem competitividade externa. Uma vez que estas empresas não tenham recursos para incorporarem equipamentos de automação na sua linha produtiva, passarão a enfrentar problemas de competitividade interna e externa: Internamente, em relação a empresas de maior porte que produzem MF convencionais com linhas de produção automatizadas e, externamente, em relação a países que fabricam MF convencionais com políticas de maior liberalidade na importação de equipamentos de automação (como os do leste asiático). Para empresas que baseiam sua competitividade em diferenciais de salário, a transição para um processo produtivo automatizado pode ser traumática (principalmente levando em conta o elevado custo dos equipamentos de automação nacionais e a inadequação da infraestrutura de recursos humanos) com elevado impacto sobre os custos fixos, podendo mesmo trazer uma redução na posição competitiva das empresas no curto prazo, o que inviabilizaria a automação. Para tais empresas, portanto, os planos de automação devem ter um caráter estratégico e de médio prazo, onde parece fundamental o apoio governamental com incentivos fiscais e linhas de crédito em condições diferenciadas, a exemplo do existente em alguns países desenvolvidos.

III.5. AUTOMOBILÍSTICA

III.5.a - Panorama Tecnológico Internacional

A indústria automobilística mundial tem passado por uma profunda transformação tecnológica no processo de produção nas duas últimas décadas. Alteraram-se os métodos e as formas pelas quais são fabricados os veículos, ocasionando variações na escala de produção, produtividade, eficiência e qualidade

A linha de montagem passou a ser gradativamente operada com a adoção das técnicas japonesas de organização da produção e com a introdução de máquinas e equipamentos de base microeletrônica. As modificações trazidas pelas novas formas de organização da produção começaram a aparecer durante a década de 60, enquanto aquelas provenientes dos métodos modernos de fabricação surgem em meados da década de 70.

De um lado as relações estáveis entre operários e empresas na produção japonesa viabilizaram a adoção de técnicas organizacionais de controle de qualidade (círculos de controle de qualidade - CCQ) e de eficiência na administração do fluxo de produção ("just-in-time production"). Estas técnicas permitiram, por exemplo, dobrar de 4,5 para 9,1 veículos produzidos por trabalhadores na indústria automobilística japonesa entre 1965 e 1970. A quantidade de horas trabalhadas por veículo caiu pela metade nas atividades diretas de produção, indo de 83 para 41 horas entre 1962 e 1969 e em cerca de 1/3 nas atividades de suporte, indo de 46 para 17 horas (Watanabe, 1984). A tendência persistiu nos anos seguintes reduzindo praticamente pela metade os valores acima registrados.

De outro lado as formas rígidas de produção têm sido substituídas progressivamente pelas técnicas modernas de automação industrial flexível. Estas modificam não somente a concepção da linha de montagem convencional, como também alteram as áreas de concepção e projeto dos veículos engenharia e arquitetura industriais. Os sistemas de produção flexível atualmente em operação nas montadoras mais modernas dos países industrializados (Japão, EUA e Europa) permitem a combinação eficiente de robôs, máquinas-ferramentas com comando numérico (MFCN) e controladores lógicos programáveis (CLP) na produção, com o sistema de desenho auxiliado por computadores (CAD) nos escritórios de projetos, todos mediados por estruturas computacionais de controle, comando e regulação eletrônicos. As combinações destes sistemas diferem entre as áreas de produção das empresas através de suas linhas de montagem, de acordo com as características técnicas e organizacionais prevaletentes.

As novas formas de organização e tecnologia da produção têm permitido principalmente eficiência técnica (regularidade do fluxo de produção e qualidade do produto), menores custos (redução dos tempos de trabalho, produção e re-trabalho, reduções de estoques intermediários e tempos ociosos de engajamento de máquinas), elevação da produtividade, maior flexibilidade (ampliação da capacidade de produção de muitos modelos de veículos pela utilização da mesma linha de montagem) e controle em "tempo real" da produção (acompanhamento de

todo o percurso de um veículo através das diversas fases de operação da linha de montagem).

III.5.b - A situação do Brasil

III.5.b.1 - Introdução

A indústria automobilística brasileira é quase que totalmente de propriedade de empresas multinacionais, as quais fabricam automóveis, caminhonetas, utilitários, caminhões e ônibus. Até 1950 importavam veículos CKD ("completely knocked down"). Na segunda metade da década de 50 começou, propriamente dita, a implantação da indústria automobilística no Brasil com a entrada da Volkswagen e a instalação de outras empresas de capital nacional na produção de automóveis (a Mercedes, GM e Ford também se instalaram aqui para fabricar veículos, mas não de passeio).

Uma segunda fase da indústria no Brasil começou por volta de 1966/67, quando a GM e a Ford começaram a produzir também automóveis e as empresas nacionais foram absorvidas por multinacionais. Em ambas as fases a indústria local estava defasada da fronteira internacional, tanto em termos das técnicas utilizadas nos processos de produção (equipamentos em geral transferidos de fábricas desativadas em outros países) quanto em termos do desenvolvimento dos modelos oferecidos. É bem verdade que progressivamente a entrada da Scania, da Fiat e da Volvo, na década de 70, já implicavam em plantas e modelos mais atuais mas, quando da instalação de suas fábricas, a base técnica utilizada ainda foi a eletromecânica.

Na década de 70 a produção de veículos expandiu-se bastante, chegando praticamente a triplicar a quantidade produzida. Atingiu quase 1.200 mil unidades em 1980, a partir de algo em torno de 420 mil unidades em 1970. No mesmo período as exportações passaram de 2,0% para aproximadamente 11,0% do total da produção. A quantidade produzida de camionetas, caminhões e ônibus situou-se por volta de 20% de toda a produção de veículos automotores durante o período considerado (Tauile, 1984a).

A partir da virada de década a indústria automobilística brasileira foi afetada de forma severa e sem precedentes pelos efeitos das crises econômicas interna e mundial. Houve uma queda acentuada na produção de veículos, particularmente em 1981. Os níveis de exportação, entretanto, subiram de patamar. O esforço de exportação tem representado, desde então, um comprometimento, em média, de algo superior a 1/5 da produção total de veículos. Pode-se dizer que a indústria entrou, a partir daí, numa 3a. fase de seu desenvolvimento, de maior integração com os circuitos de acumulação produtiva da indústria internacionalmente. A estratégia adotada, de modo generalizado, foi a de disputar a concorrência acirrada no mercado interno com modelos que também pudessem ser exportados, aumentando deste modo a utilização da capacidade instalada. A GM e a Ford lançaram então seus "carros mundiais" e a VW e a Fiat, apesar de não considerarem este conceito tão novo assim, lançaram também, a seguir, seus modelos de carro mundial. Para tanto, técnicas mais atualizadas

(baseadas em equipamentos automatizados pela microeletrônica), bem como formas de organização da produção mais eficientes, passaram a ser introduzidas.

A relação entre quantidade de veículos produzidos e o volume médio anual de emprego na indústria (que pode ser considerado como uma medida aparente de produtividade) caiu drasticamente de 1980 para 1981 e voltou a subir até o patamar de 8,5 veículos anuais/trabalhador em 1983 e 1984.

TABELA 1

PRODUÇÃO, EMPREGO E EXPORTAÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA
1980 - 1985

ANOS	PRODUÇÃO(a) (mil unidades)	EMPREGO(b) (volume médio anual)	a/b	EXPORTAÇÃO(c) (mil unidades)	c/a(%)
1980	1.165	131.169	8,9	157	13,5
1981	781	115.871	6,7	213	27,2
1982	859	106.338	8,1	173	20,2
1983	896	103.517	8,6	169	18,8
1984	865	102.272	8,5	197	22,7
1985	967	126.811	7,6	208	21,5

Fonte: ANFAVEA

A queda da 'produtividade' em 1985, (elevação mais que proporcional do volume de emprego em relação à produção), pode ser parcialmente debitada ao movimento grevista dos metalúrgicos de São Paulo no primeiro semestre, o qual paralisou as atividades da indústria automobilística por mais de 30 dias em torno de reivindicações salariais, estabilidade no emprego e condições de trabalho. As dificuldades crescentes do consumo interno face à inflação ascendente, aliadas às condições de financiamento da demanda via altas taxas de juros, completam o quadro dos principais fatores que influenciaram o desempenho da produção de veículos neste ano.

A elevação do nível de emprego em 1985, diante de um quadro econômico e financeiro até então pouco favorável, deve-se à manutenção de planos de expansão das montadoras. Estes se prendem não só às tentativas de recuperação de níveis anteriores de produção, maiores que os atuais desde 1974, mas também à resposta das boas perspectivas de expansão do mercado via exportação. Neste caso, a Volkswagen e a Ford, assinaram contratos novos de vendas para o exterior, EUA e países asiáticos respectivamente. A GM também tem mantido firme suas exportações, principalmente de motores para os EUA e Alemanha.

III.5.b.2 - Nível Tecnológico da Indústria Automobilística
Brasileira

Em meio à evolução econômica desfavorável da produção automobilística na primeira metade da década de 80, onde atuaram os fatores da crise interna da economia juntamente com o acirramento das condições de competitividade no mercado internacional, a modernização tecnológica da linha de montagem de veículos começou a tomar impulso entre as montadoras.

Com maior ênfase, a Volkswagen, a Ford e a GM iniciaram seus projetos de reequipamento e reorganização da produção a partir de bases técnicas modernas mais próximas do padrão internacional. Enquanto a primeira montadora investia cerca de Cr\$ 175 bilhões, até abril de 1984, a segunda aplicava US\$ 400 milhões a partir de 1981. Também a GM investiu pesadamente. Foram contemplados recursos para pesquisa e desenvolvimento, ferramental e máquinas/equipamentos com base microeletrônica. A Fiat, apesar de mais modestamente, também procedeu a transformações tecnológicas em certos postos de trabalho, considerados chaves ao longo de suas respectivas linhas de montagem.

Neste contexto, as características da tecnologia industrial na produção automobilística brasileira ainda apresentam-se em estágio técnico inferior àquele atingido hoje pelas montadoras mais modernas dos países industrializados. Embora os equipamentos e máquinas utilizados sejam operacionalmente semelhantes, a quantidade e o "lay-out" técnico diferem de maneira significativa. Robôs, manipuladores eletrônicos, prensas automáticas, MFCN e CLPs estão dispostos em geral em esquemas rígidos de produção, quaisquer que sejam as áreas de atividade (estamparia, funilaria, soldagem, pintura, etc). Assim, ainda não está sendo substancialmente utilizado o principal potencial técnico da nova tecnologia, que é sua capacidade operacional, de onde a base flexível da produção microeletrônica permite realizar a montagem de diferentes modelos de veículos com características variáveis de complementos.

Por outro lado também os avanços organizacionais trazidos pelo sistema de produção "just-in-time", ou produção sem estoques, no que concerne particularmente a relação com fornecedores, não foram absorvidos e implementados pelas montadoras. Existem, entretanto, tentativas internas e parciais de testes de experimentos em determinadas fases da linha de montagem, como formas de avaliação e aperfeiçoamento das condições técnicas de funcionamento e operacionalização.

A entrada lenta da indústria automobilística brasileira na nova fase de modernização técnica e organizacional pela qual passa a produção mundial de automóveis tem repercutido de forma sensível em sua performance produtiva. A demora na maturação dos investimentos até aqui feitos nas novas máquinas e equipamentos e nos métodos modernos de organização industrial impede a aproximação mais rápida dos índices de eficiência da produção nacional em relação ao exterior. Por outro lado, a difusão dos EAME, ainda que nos estágios iniciais, evita que a defasagem em relação à ponta tecnológica da indústria torne-se ainda maior. A tabela II, a seguir, apresenta estimativas brutas dos valores de produtividade do Japão na produção de veículos automotores.

TABELA II

PRODUÇÃO E EMPREGO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA JAPONESA: 1975-1981

ANOS	PRODUÇÃO(a) (mil unidades)	EMPREGO(b) (mil)	PRODUTIVIDADE (a/b)
1975	4568,1	601,2	7,6
1978	5748,3	637,8	9,0
1980	7038,1	682,8	10,3
1981	6974,1	704,3	9,9

Fonte: (Altshuler e outros, 1984).

Os valores evidenciam as disparidades das performances atingidas pelas produções de veículos do Brasil e Japão (comparar com tabela I). Os diferenciais de produtividade tornam-se ainda mais marcantes ao se levar em conta o fato de que os valores de emprego obtidos para o Japão estão superestimados, isto é, estão somados também os grupos de trabalhadores envolvidos com a fabricação de equipamentos para a indústria automobilística.

III.5.b.3 - Determinantes da Automação Microeletrônica

Dentre os determinantes da automação microeletrônica na indústria automobilística no Brasil destacam-se os seguintes fatores:

TÉCNICOS

- qualidade
- controle de produção
- flexibilidade
- aprendizagem

ECONÔMICOS

- economia de materiais
- economias de tempo
- redução de mão-de-obra

SOCIAIS

- condições de trabalho

Por trás de todos estes determinantes está presente a mola propulsora da adoção da nova tecnologia que é a questão da competitividade. A automação microeletrônica é vista como forma de alcançar o mercado externo pelo menos de igual para igual com as demais montadoras em condições de custos e qualidade. A urgência de recuperação das vendas contraídas internamente e a premência em não se tornar uma indústria obsoleta para o mercado externo fizeram com que as montadoras estabelecidas no país começassem a se modernizar tecnologicamente.

A necessidade de padronização de componentes, partes, peças e, acima de tudo, dos veículos determinou os investimentos na nova tecnologia. A qualidade é o determinante considerado mais relevante pelas montadoras dentre os principais aspectos técnicos propiciados pelos EAME. Qualidade do produto acabado proporcionada pela precisão,

uniformidade e acabamento das operações na linha de montagem, especialmente usinagem, estamperia, soldagem, pintura e controle de qualidade. A garantia de padrões de qualidade tem se tornado uma exigência de mercado para fazer face aos atuais esquemas de competição, notadamente a nível internacional. O mercado interno é também considerado, embora a partir de padrões de qualidade menos sofisticados e pouco exigentes.

A questão da qualidade vem ligada à questão dos custos de produção não só pelas exigências quantitativas da produção (a produtividade) como também pelas exigências qualitativas (confiabilidade), as quais se combinam para a obtenção de um produto competitivo. E são razões importantes para as montadoras já que supostamente pretendem aproximar bastante as condições da produção japonesa, até o final da presente década. Neste sentido, pesa bastante o cumprimento das normas de exportação estabelecidas pela legislação dos países mais industrializados (EUA e Europa).

O maior controle sobre o processo de produção tem sido igualmente considerado como um fator importante na decisão pela automação microeletrônica. Ele permite ter uma identificação mais rápida dos problemas existentes e um melhor monitoramento da linha de montagem.

O controle total do fluxo da produção até o final dos anos 80 tem sido o objetivo de pelo menos duas das montadoras que mais investiram na nova tecnologia, Ford e Volkswagen. Pretendem realizar uma automação/informatização geral da linha de montagem e da administração da produção, chegando perto do que se convencionou chamar de CIM (Manufatura Integrada por Computador). As portas de entrada têm sido a combinação de controles digitais ("bar codes") nos veículos e esquemas de produção "just-in-time" (sistemas "Kan-ban").

A questão da flexibilidade é considerada relevante na decisão de automatizar, embora as montadoras argumentem que o controle total do processo de produção não leva necessariamente ao sistema flexível de produção. Este seria um objetivo para um futuro mais distante, tendo em conta não só a relativa eficiência dos atuais esquemas rígidos de produção, como também o alto custo dos equipamentos flexíveis necessários para a reconversão da linha de montagem em comparação com os gastos presentes de depreciação e mão-de-obra.

De qualquer forma as bases do sistema flexível de produção já estão sendo lançadas. Sua efetiva operacionalização, no entanto, vai depender do domínio da nova tecnologia e da capacidade de competição dos veículos desde que os mercados interno e externo respondam favoravelmente à diferenciação e diversificação dos modelos, pois os sistemas flexíveis atendem a quantidades reduzidas de produção.

O processo de aprendizagem tem sido fator fundamental na adoção da nova tecnologia na linha de montagem. De fato, o objetivo de atingir os padrões japoneses de qualidade e custo exige tanto a

automação microeletrônica, quanto sua adequada adaptação às características industriais brasileiras.

Começam a ocorrer modificações no perfil da mão-de-obra (qualificações e funções), aliadas às alterações técnico-organizacionais do processo de produção. O conhecimento mais detalhado da nova tecnologia com relação às suas potencialidades para a linha de montagem, deverá permitir a realização de ganhos adicionais de produtividade, os quais garantem melhores margens de competitividade.

A economia de materiais têm sido fator determinante para a justificativa da nova tecnologia na produção de veículos. Isto se explica pelo fato de que os impostos e materiais entram com peso maior na formação do preço de um veículo. Pois bem, dado que a redução do primeiro componente não depende das montadoras, a solução imediata é a busca de diminuição do consumo de insumos com o auxílio da automação microeletrônica. Estas economias dizem respeito à utilização mais eficiente dos materiais empregados, à diminuição das operações de re-trabalho e à redução das sobras de materiais. Estes resultados são bastante evidentes nas áreas de estamparia, soldagem e pintura.

Pode-se atingir uma economia realdo tempo de fabricação através da diminuição dos tempos de circulação e espera entre as operações da linha de montagem. O emprego dos equipamentos automatizados permite melhor sincronização das atividades de produção com ganhos substanciais na quantidade produzida por período. Resulta, desse modo, a utilização mais eficiente da capacidade instalada, na prática um aumento da capacidade de produção, e o melhor aproveitamento do espaço fabril. Assim, a linha de montagem expande-se e produz mais a um só tempo, uma vez que aumentam o ritmo e o espaço utilizável de produção.

A redução de mão-de-obra por unidade de produto não tem sido desprezível, ao contrário. Os projetos de automação já iniciados pelas montadoras revelam economias localizadas de trabalho ou horas trabalhadas. Isto se torna particularmente evidente logo nos primeiros anos de funcionamento da nova tecnologia em comparação com a tecnologia convencional (eletromecânica). Há uma economia média que varia entre 15% a 20% do volume empregado de mão-de-obra a favor da nova tecnologia nas áreas de soldagem, funilaria e pintura (Peliano et alii, 1985 e 1986).

A melhoria das condições de trabalho é também defendida pelas montadoras, embora não tanto pelos operários, como determinante da utilização da nova tecnologia. Elas baseiam-se em dois aspectos: um, de que o trabalho passa a ser executado com um nível superior de segurança e, outro, de que as atividades de trabalho passam a ser realizadas mais facilmente. Acrescentam ainda que passa a ocorrer uma adaptação mais saudável do ambiente das áreas diretamente envolvidas com a automação microeletrônica.

Os principais fatores considerados como desestímulos (obstáculos) à adoção da automação microeletrônica, de acordo com os impactos considerados pelas montadoras para a produção de veículos



são:

TÉCNICOS	ECONÔMICOS	SOCIAIS
-Acesso à Tecnologia	-Custos dos Equipamentos	-Desemprego
-Outros	-Mão-de-obra	
	-Fatores conjunturais	

 Fonte: (Peliano et alli., 1985 e 1986).

Apesar de todas as principais montadoras instaladas no País serem subsidiárias de importantes multinacionais do ramo, o acesso à tecnologia constitui-se em sério obstáculo à difusão da nova base técnica por duas razões correlatas. São elas, a falta de tecnologia disponível no país e a dificuldade de aquisição da tecnologia estrangeira. É reduzido o número de empresas especializadas na fabricação destas máquinas e equipamentos modernos e menor ainda com relação ao fornecimento de "software". De outro lado a capacidade técnica destas empresas é colocada em dúvida pelas montadoras no sentido de suprirem o mercado com maquinaria de boa qualidade, dado o curto período de maturação tecnológica que têm.

As soluções encontradas pelas montadoras têm sido adquirir a tecnologia no mercado interno, com as restrições conhecidas, e no externo quando não houver similar nacional, ou partir para a fabricação de alguns equipamentos e máquinas (caso da Volkswagen). Enquanto esta última utiliza os conhecimentos adquiridos por sua matriz no exterior, as demais aguardam o desenvolvimento da capacidade de pesquisa das Universidades e de produção das empresas brasileiras.

Entre outros obstáculos técnicos considerados menos importantes à implantação da tecnologia microeletrônica estão a capacitação técnico/gerencial, a manutenção e reparo dos equipamentos e o "software". A capacidade técnico/gerencial e a manutenção e reparo dos equipamentos vêm sendo internalizadas pelas próprias montadoras aqui no país ou efetuadas via intercâmbio de especialistas com suas matrizes respectivas no exterior. Já o "software" tem trazido maiores problemas, dado que não há produção nacional satisfatória. Isto provoca apoio mais intenso das matrizes, pelo menos nas fases iniciais de montagem da produção de novo veículo ou de introdução de novas características técnicas.

O custo dos equipamentos tem sido o obstáculo que mais tem preocupado as montadoras e considerado o mais difícil de ser superado para a realização da modernização tecnológica. A maquinaria importada tem seu custo consideravelmente majorado em função da forte carga tributária. Como a maioria das máquinas e equipamentos são adquiridos do exterior, o custo final torna-se realmente uma séria restrição à automação microeletrônica.

As montadoras têm argumentado que o alto custo dos equipamentos não tem permitido a absorção da depreciação em prazos mais curtos, economicamente mais rentáveis, o que dificulta a redução

do custo final do veículo, impedindo condições mais favoráveis de competitividade. Este argumento pode ser questionado, no entanto, pelo fato de estar baseado apenas em informações pontuais de gastos de produção e não se levar em conta os retornos provenientes dos ganhos de produtividade proporcionados pela maturação da nova tecnologia. Neste sentido, estimativas recentes apontam prazos de retornos dos investimentos em máquinas e equipamentos menores (em torno de 05 anos) que os usualmente apregoados pelas montadoras (10 a 12 anos), (Peliano, 1986).

Há indicações, portanto, de que as montadoras estabelecidas no Brasil estão em boas condições de competitividade em relação as suas concorrentes no exterior, pelo menos em preço. Padrão de qualidade à parte, os salários pagos à mão-de-obra local são bastante inferiores aos pagos no exterior, o que dá às montadoras aqui instaladas condições mais folgadas de obtenção de margens favoráveis de lucros e, principalmente, custos unitários menores na produção dos "carros mundiais".

Quanto a mão-de-obra, as montadoras argumentam que seu baixo custo no Brasil de fato influenciou a decisão de automatizar, inibindo de alguma forma o processo de implantação da nova tecnologia, embora não tenha sido nunca um obstáculo intransponível. Esta constatação reforça a idéia de que o baixo custo da mão-de-obra não compete com a aquisição de máquinas e equipamentos, os quais devem estar sendo amortizados em prazos bem menores que os apregoados pelas próprias montadoras, pois, caso contrário, elas mesmas não estariam no estágio de difusão tecnológica em que se encontram.

A escassez de mão-de-obra qualificada tem sido enfrentada através de treinamento e contornada a contento. As áreas que mais têm sido afetadas pela falta de qualificação são as de manutenção e as de engenharia de projeto e processo.

A questão do desemprego, por seu turno, tem estado presente nas preocupações das montadoras diante da modernização tecnológica. O problema que tem sido basicamente colocado é o de como se pode aproveitar o pessoal substituído pela nova maquinaria. Se o mercado estivesse em expansão a mão-de-obra poderia ser realocada com facilidade em outras atividades, uma vez que estaria ocorrendo ampliação da capacidade produtiva. Como isto não vem acontecendo nos últimos anos, a introdução da nova tecnologia vem sendo realizada com cautela face à reação operária e à vigilância sindical.

Sustentam as montadoras que a abordagem sobre a decisão de automatizar com microeletrônica vem sendo específica à situação brasileira, no sentido de ser seletiva para não provocar problemas sociais com os trabalhadores e sindicatos. A nova tecnologia foi desenvolvida em países cuja mão-de-obra é reconhecidamente bem melhor remunerada, portanto suscetível de ser substituída, segundo ponto-de-vista empresarial, por mecanismos menos onerosos e até mais produtivos.

Dentre os fatores conjunturais que estariam atrasando a difusão da tecnologia microeletrônica na indústria automobilística

brasileira, o controle e as restrições às importações de maquinaria têm tido um peso considerável, vindo a seguir a inflação, a taxa de juros, a retração da demanda interna e a crise econômica mundial.

As montadoras têm estado preocupadas com os fatores que pressionam o custo final dos veículos e a resposta da demanda, partam eles dos equipamentos, materiais, acessórios ou do crédito, os quais são influenciados eventualmente ainda pela retração do consumo, ou ainda derivados em grande medida, pelo comportamento geral dos preços. Elas tentam conter os custos de modo a serem competitivas, ao mesmo tempo em que não conseguem controlar a demanda por seus produtos, a qual reduziu-se bastante nos últimos anos e, no momento, está em franca recuperação. A incursão pelo mercado externo tem sido uma alternativa providencial para estabilizar minimamente os níveis de ocupação da capacidade produtiva e para garantir margens de lucro elevadas.

III.5.b.4 - Política Tecnológica e competitividade

O setor automobilístico brasileiro tem procurado modernizar-se absorvendo a nova tecnologia microeletrônica de forma a acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos recentes e a ter condições técnicas mínimas de colocar seus produtos à venda no mercado externo. Os investimentos em máquinas, equipamentos e infra-estrutura são, portanto, fundamentais.

Competição em qualidade e preço do produto é a palavra de ordem para a sobrevivência das montadoras. Especialmente porque a produção automobilística tem sido uma daquelas em que os avanços tecnológicos mais têm penetrado nesta década, fazendo com que a indústria "desamadureça", à semelhança do que está ocorrendo internacionalmente. Pode estar caracterizando-se na prática, e uma vez mais, como centro de experimentação técnica e organizacional.

A comparação entre as modernas montadoras dos países mais industrializados e as que operam no Brasil mostra que as diferenças residem muito mais no nível da automação microeletrônica que na qualidade desta. A padronização das características operacionais é mais ou menos invariável entre os tipos de máquinas e equipamentos correspondentes. Não se usa aqui no Brasil, portanto, maquinaria menos sofisticada ou de operacionalidade limitada. Usa-se, sim, a mesma tecnologia a um nível (quantidade) menor e com um ritmo de (difusão) mais lento por razões econômicas (mercado restrito e retraído de um lado e baixo custo da mão-de-obra de outro). Perdem-se com isto as economias provenientes da integração sistêmica dos EAME.

Também é verdade que a política tecnológica para "bens e serviços de informática", conforme estabelece a Lei de Informática no. 7232/84, tem dificultado a importação indiscriminada de tecnologia moderna ("hardware" e "software"). O efeitos imediatos têm sido a redução inevitável do ritmo de entrada da automação microeletrônica na linha de montagem.

A prática tem mostrado, portanto, dois movimentos

interdependentes que decorrem da política tecnológica para o setor industrial e em particular para o ramo automobilístico. O primeiro fica por conta das limitações de acesso à tecnologia configuradas pela Lei de Informática, as quais têm levado à seletividade nas decisões de introdução da automação microeletrônica pelas montadoras e com resultados menos traumáticos sobre a qualificação e o emprego da mão-de-obra. O segundo diz respeito à própria seletividade tecnológica adotada por cada montadora através da combinação técnica entre os requisitos da automação e os requerimentos de mão-de-obra, a qual tem se constituído em uma "saída" lógica e de bom senso para reduzir as repercussões sociais negativas da nova tecnologia.

Ambos os movimentos de adaptação a uma realidade industrial que, nestes primeiros anos, procura proteger os setores nascentes de informática e microeletrônica em troca de uma difusão tecnológica menos intensa nos demais setores, têm evidenciado que a política tecnológica não tem sido incompatível com a competitividade industrial. Esta vem sendo conseguida pelo ramo automobilístico de forma objetiva. Automatizam-se os postos de trabalho mais difíceis, perigosos e de custos de manutenção mais elevados e alternam-se com trabalho operário os outros postos cujas atividades comportam menores exigências de acabamento, perfeição ou segurança. Maneja-se, assim, custos com qualidade pela combinação técnica entre tecnologia e trabalho, mantendo-se perfeitamente em condições de competição no mercado.

III.5.3 - Conclusão

Tudo leva a crer que o atual estágio da automação microeletrônica na indústria automobilística brasileira, embora abaixo dos padrões das montadoras modernas dos países desenvolvidos tem permitido a produção de um veículo relativamente competitivo em qualidade e preço.

Se diferentes requisitos técnicos têm sido obedecidos pela produção interna para cada tipo de veículo, a padronização dos requisitos dentro da concepção do "carro mundial" tem igualmente facilitado o aprimoramento e a superação daqueles padrões de qualidade. Isto significa que já se pode fabricar bem o "carro mundial" aqui no Brasil, assim como qualquer outro modelo de veículo a partir de padrões tecnológicos modernos.

Esta performance técnica se deu com o emprego maior de mão-de-obra de baixo custo e menor qualificação, contrariamente ao que se deu nos países centrais. Isto significa que a seletividade tecnológica encontrada pela indústria automobilística brasileira a torna competitiva em preço e cada vez mais dentro dos padrões de qualidade atualmente exigidos para os veículos.

Em consequência, a urgência em aprofundar-se a automação microeletrônica na indústria automobilística brasileira não é dramática diante das condições existentes de produtividade, qualidade e custo. Isto não significa que ela não deva acompanhar os grandes saltos tecnológicos que virtualmente estão a caminho, seja em processo, seja em produto. Esta generalização pode não se aplicar para

as montadoras em estágios bem iniciais de modernização da tecnologia de processo aqui no Brasil, como no caso da Fiat, embora ela esteja bastante adiantada em relação à modernização da tecnologia de produto, que tem sido outra forma concreta de se manter competitiva.

Uma outra via de aumento da eficiência produtiva está na cooperação tecnológica entre as grandes montadoras. Assim é que, ao tempo da conclusão deste relatório, a Volkswagen e a Ford brasileiras parecem estar prestes a anunciar um importante acordo de cooperação técnica, cujos detalhes ainda não foram tornados públicos oficialmente.

Finalmente, vale a pena comentar que, possivelmente, em futuro não muito distante, alguma das importantes montadoras japonesas venha a instalar-se no Brasil com o fim específico de produzir automóveis localmente. Há mais de uma negociação a respeito em andamento porém não há nada concretamente decidido, nem indicações que serão decididas em curtíssimo prazo.

III.6 - AERONÁUTICA

III.6.a - Características Gerais e Fronteira Tecnológica Internacional

O setor aeronáutico tem sido responsável por grandes desenvolvimentos tecnológicos e suas aplicações posicionam-se no limite da fronteira tecnológica internacional. Isto ficaria ainda mais acentuado se a análise fosse ampliada para incluir o setor aeroespacial. Duas características respondem basicamente por esta posição estratégica: a natureza e especificidade de seu produto e o vínculo com o setor militar.

A complexidade e variedade das peças produzidas em pequenos lotes constituíam um impecilho à automação convencional, o que estimulou o desenvolvimento das MFCN a partir de um esforço conjugado entre o setor aeroespacial e o Departamento de Defesa dos EUA, ainda na década de 50. Vantagens em termos de qualidade, flexibilidade e repetibilidade, tão características destes EAME, obrigaram uma mudança no padrão tecnológico do setor.

Juntamente com a poderosa linguagem APT (automatically programmed tools) e o posterior desenvolvimento do CAD nos anos 60, a microeletrônica passou a se um requisito fundamental não só na produção mas também na concepção e elaboração dos projetos. Além da eliminação do trabalho rotineiro de desenho e o melhor acesso às informações com maior coordenação, ampliaram-se exponencialmente as possibilidades de "design" (no que se refere a variações de tamanho e forma), análise (cálculos de momento de inércia, peso, volume, cinemática), teste (performance com simulação de vibração, ondulação) e esboço (Shaiken, 1984).

Sistemas computadorizados de gerenciamento, monitorização, alimentação e informação sobre fiação têm sido utilizados de forma crescente nas grandes firmas. A Mc Donnell-Douglas e a Boeing, que ocupam a liderança tecnológica americana, assim como a MBB alemã esforçam-se na integração do processo produtivo como um todo através da interligação horizontal e vertical dos equipamentos o que, no estágio atual, ainda não foi plenamente alcançado.

É importante ressaltar o caráter específico deste setor onde o pequeno volume das séries implica ao mesmo tempo em níveis "quasi-artesaniais" de produção. A citada Mc-Douglas, por exemplo, produziu em 10 anos apenas 325 DC-10 e em 15 anos 900 DC-9. Aqui encontramos uma distinção básica em relação a outro grande usuário dos EAME, a automobilística, onde a utilização de robos de solda e pintura se justificam pela produção em massa através de linhas de montagem (Shaiken, 1980).

III.6.b - A caracterização do setor aeronáutico no Brasil: importância e especificidade da EMBRAER

III.6.b.1 - Introdução.

A história do setor aeronáutico brasileiro pode ser dividida em duas fases: antes e depois da criação da Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (EMBRAER). Desde 1931, foram várias as tentativas de consolidação da indústria no país mas a posição instável do Ministério da Aeronáutica (MAER, criado em 1941), aliada à fragilidade financeira dos grupos envolvidos (relativamente às necessidades do setor), impossibilitou a permanência das empresas em uma situação estável.

A criação da EMBRAER por decreto-lei em 1969 veio modificar toda a estrutura deste setor industrial e permitir sua consolidação. O surgimento da empresa é resultado da interação de duas forças: o grupo de pesquisadores instalados no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro Tecnológico de Aeronáutica (IPD/CTA) criado em 1954 e o apoio dos militares brasileiros inspirados na ideologia de segurança nacional (Fleury, 1985).

O apoio militar foi de fundamental importância para a empresa atingir a posição privilegiada que passou a ocupar no mercado, sendo atualmente a única produtora de aviões civis e militares do país. Em primeiro lugar o governo forneceu um suporte financeiro direto e indireto. Criada como sociedade de economia mista, a participação do governo em capital passou de 81,9% em 70 para 5,5% em 84, mantendo no entanto, 51% do poder de voto. É porém através de incentivos fiscais que este suporte mais se cristalizou: 1% do Imposto de Renda de toda pessoa jurídica pode ser deduzido na compra de ações da empresa (EMBRAER, 1985).

Em segundo lugar, esta posição foi atingida através da proteção do mercado com a proibição da importação de aviões semelhantes. Esta caracterização não é, no entanto, imediata pois, segundo informações obtidas na empresa, a importação do jato Cessna compete com os turbohélices nacionais. Outra vantagem auferida refere-se à importação de equipamentos e componentes que é facilitada, seja pela natureza do setor, seja pelos seus vínculos militares, de forma a amenizar efeitos restritivos de política tecnológica que afetam bem mais significativamente outros setores. Cabe ainda ressaltar que a viabilização inicial da empresa deu-se a partir de uma demanda garantida pelo próprio MAER.

Por último, a EMBRAER tem um apoio logístico na infraestrutura do CTA. Através do IPD (Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento) são canalizados recursos em P e D. Além disso, o Instituto de Fomento Industrial (IFI) se ocupa de procurar e classificar possíveis fornecedores de componentes enquanto que o ITA forma os engenheiros aeronáuticos necessários.

Paulatinamente, mesmo as empresas que haviam, com dificuldades, encontrado condições de se manterem no mercado acabaram por abandoná-lo. A Avibrás modificou sua estrutura e começou a produzir munições, sondas e foguetes. A Neiva, que era a maior produtora de aviões de pequeno porte, acabou sendo comprada pela própria EMBRAER, após o contrato de licenciamento desta última com a Piper americana para a produção deste tipo de avião. A Aerotec, última sobrevivente, faliu em fins de 1985 (Fleury, 1985).

Em 16 anos, mais de 3.200 aviões de 11 tipos diferentes (entre civis e militares) foram produzidos colocando a empresa entre os 10 maiores fabricantes de aviões de pequeno e médio porte, sendo a 6a. no mundo ocidental em unidades/ano e alcançando 47,7% do seu faturamento líquido através de exportações no ano de 1984 (EMBRAER, 1985).

III.6.b.2 - A automação micro-eletrônica na produção da EMBRAER

A implantação da EMBRAER está estreitamente ligada ao sucesso de um projeto iniciado em 1965 no IPD/CTA: o do bimotor turbohélice Bandeirante. Após o voo do primeiro protótipo em 1968 a empresa foi criada, com o apoio estatal, de forma a viabilizar sua produção em escala industrial, enquanto fracassavam as tentativas de atrair o interesse privado.

O primeiro produto fabricado foi, no entanto, o jato militar Xavante sob licença da Aeronáutica Macchi, italiana, que iria influenciar, de forma significativa, o processo de fabricação dos primeiros aviões nacionais (embora estes sejam bem mais simples).

O ano de produção dos primeiros aviões Bandeirantes coincide com a entrega inicial do monomotor agrícola Ipanema e com a introdução da primeira MFCN (uma fresadora) no processo de usinagem: 1972.

Em 1974/75 o Bandeirante iniciou uma trajetória internacional de sucesso que culminou com a obtenção do certificado de homologação pela Federal Aviation Administration (FAA) dos EUA em 78, abrindo-lhe novos mercados. O bom resultado no exterior deve-se, em parte, ao fato de que era um 'projeto de avião para país pobre', um turbohélice numa época em que predominava a produção de jatos puros que consomem muito mais combustível. Com a crise do petróleo uma série de modificações passaram a ser introduzidas seja em termos de "design" mais econômico seja como resultado de novas regulamentações de barulho, poluição, etc. O produto brasileiro chegou assim em um momento de certa desestruturação do mercado internacional e com razoáveis condições de competitividade. Em 1985 haviam 230 Bandeirantes em 26 países, volume superior ao existente no Brasil.

Em meados dos anos 70 foi também assinado o acordo de licenciamento com a Piper para produção de aviões pequenos que, mais tarde, ficariam a cargo da subsidiária Neiva. Esta produção permanece até hoje com uma utilização mínima de EAME, embora tenha havido nesta época novas aquisições de MFCNs para a linha principal de produtos.

Em 1977 foi lançado o bimotor turbohélice Xingu, para uso executivo, e em 1980 voou o protótipo do monomotor turbohélice Tucano, para treinamento militar, cuja produção iniciou-se em 83.

Já em 1980, a Embraer era uma das mais importantes empresas brasileiras usuárias de MFCN, fundamentais para sua linha de produtos de então (Tauile, 1980). A partir da virada da década, todavia, o projeto do avião Brasília viabilizou um salto qualitativo em termos de

automação: novas MFCNs foram compradas, inclusive CNCs, e introduziram-se aparelhos de CAD que melhoraram substancialmente o desempenho tecnológico nas fases de anteprojeto, projeto e teste do então mais moderno avião nacional. Assim, a produção deste novo avião implicou em modificações, tanto a nível do processo produtivo quanto da elaboração do "design", engendrando condições de continuidade da reestruturação tecnológica da empresa agora em outro nível. Os primeiros lotes foram entregues no ritmo de 2 por mês a clientes americanos, estando toda a produção do ano de 86 já comprometida basicamente para o exterior.

A partir daí tem havido uma crescente desarticulação do IFI/CTA pois, com a importação de componentes de tradição internacional com garantia de assistência técnica acessível para os compradores, desarticulou-se o programa de nacionalização dos aviões. Esta estratégia é considerada de extrema importância para a penetração crescente no mercado externo. Cabe notar que em 1980 foi inaugurada a EMBRAER Aircraft Corporation na Flórida e em 83 a EMBRAER Aviation Internationale em Paris, subsidiárias dedicadas à comercialização dos produtos da empresa.

O projeto e produção do caça bombardeiro subsônico, o AMX, junto com a Aeritalia e a Aermacchi italianas deu novo impulso ao salto tecnológico esboçado com o Brasília. Com o desenvolvimento e a produção repartidos em participações iguais, a EMBRAER ficou encarregada de projetar as asas, as tomadas de ar, o trem de pouso, a empenagem do avião, além de sistemas hidráulicos, elétricos e eletrônicos. Enormes fresadoras com controle numérico com dois conjuntos de 3 braços cada foram compradas e predominam no intenso processo de usinagem de grandes peças cada vez mais complexas, acentuando a tendência de diminuição do número de peças requeridas e, portanto, do número de rebites. Previsto para ser entregue na mesma época que as primeiras levas do Brasília, o AMX influi, através da modernização decorrente de seu projeto, na reestruturação de certos aspectos deste avião regional e prepara o caminho para um projeto supersônico nacional. A maior sofisticação e rigidez de especificação do avião militar pode ser percebida pelo número de protótipos: enquanto o Brasília teve inicialmente 5 protótipos (3 de voo e 2 de ensaio estático e dinâmico) para uma produção prevista de 520 aviões, para o AMX foram construídos 9 protótipos com a previsão de pouco mais de 260 aviões a serem fabricados (30% para o Brasil).

Cabe notar uma vez mais que, com a presente penetração no mercado internacional, em segmentos para aeronaves cada vez mais sofisticadas, a Embraer enfrenta pelo menos três sérios problemas quanto à intenção de desenvolver uma indústria nacional de componentes. Em primeiro lugar, aparece a baixa escala destes produtos. Em segundo, a sofisticação da respectiva tecnologia apesar de não ser inatingível, em prazo muito longo implica em elevados gastos que desestimulam os investimentos necessários. E em terceiro, muitos dos consumidores internacionais de aeronaves têm fortes preferências por marcas devido à estrutura de assistência técnica já montada.

A curtíssimo prazo, porém, a nacionalização imediata e a

todo custo parece ser incompatível com o objetivo de competir internacionalmente com aeronaves tão sofisticadas quanto as que já estão sendo produzidas pela Embraer (Brasília e AM-X). A saída para a produção local de "avionics" tem apontado para o licenciamento, por parte de empresas nacionais (existe no país uma emergente indústria de equipamentos de processamento de dados e de telecomunicações) de tecnologia estrangeira, oriundas principalmente da Itália. Existe uma tradicional cooperação da Embraer com empresas italianas (resultando por exemplo na associação para produzir o AM-X) que tem emulado resultados para a cooperação na fabricação de componentes sofisticados e com elevada exigência de desempenho de qualidade (condição absolutamente necessária na produção aeronáutica).

III.6.b.3 - Os determinantes da automação: motivos e obstáculos à introdução dos EAME na EMBRAER

Como foi colocado a nível internacional a automação microeletrônica deixa de ser, no caso da indústria aeronáutica em geral e da EMBRAER em especial, uma estratégia possível para ser um requisito fundamental, devido à natureza e à especificidade do seu produto. Isto torna-se ainda mais verdadeiro quando há uma política deliberada de conquistar mercados externos, o que explicaria o relativo atraso tecnológico na planta da subsidiária Neiva responsável pela produção de pequenos aviões para o mercado interno.

O estreito vínculo com o setor militar impediu, conforme entrevistas na empresa, a obtenção de dados quantitativos que explicitassem precisamente o impacto dos EAME sobre o processo produtivo. De todo modo, o aumento de qualidade e a flexibilidade, não tanto em relação às variações de demanda, porém mais devido ao pequeno tamanho dos lotes, foram, mais uma vez, apontadas como as grandes vantagens de utilização dos EAMEs, constituindo valores intangíveis, de difícil contabilização. É quase certo também que decorre uma redução real de custos por unidade produzida: utilizando apenas máquinas ferramenta convencionais necessitar-se-ia de uma quantidade destes equipamentos três vezes maior, com o triplo de tempo de operação por máquina e o dobro do número de gabaritos, sendo estes quatro a cinco vezes mais complexos.

Com a fundamental introdução do CAD/CAM, a partir do projeto Brasília, elevou-se a produtividade na etapa de elaboração de esboços e desenhos em até dez vezes. Modificou-se de forma vital a revisão dos circuitos elétricos e a confecção de manuais de voo, bem como tornou-se possível uma reestruturação no teste automático do sistema de fiação que consistia, cada vez mais, num gargalo a ser enfrentado.

Vale ressaltar que o aspecto militar do setor e da empresa relativiza os cálculos de custo/benefício endógenos ao processo produtivo, modificando e impulsionando a própria dinâmica tecnológica, ao ampliar alguma margem de sua viabilidade econômica.

Enquanto a automação acentua-se no projeto, na confecção das peças, na gestão e controle do processo produtivo, a montagem (assim como a pintura e solda - esta bem pouco utilizada) permanece ainda manual, de caráter quase artesanal.

Os obstáculos principais à utilização dos EAME estão na dificuldade de capacitação do pessoal da manutenção para a nova realidade eletro-eletrônica-mecânica da produção e a escassez de desenvolvimentos em "software" no país. Segundo um engenheiro da empresa, o "hardware" disponível pode sustentar dez anos de desenvolvimento em "software".

III.6.c - Conclusões

Parece nítido que a necessidade de acompanhar, mesmo que de longe, o desenvolvimento tecnológico internacional é condição *sine qua non* para a manutenção da posição competitiva da empresa no cenário mundial. Até agora isto tem sido feito com resultados bastante satisfatórios. É principalmente na capacidade de geração eficiente de projetos e na confecção de produtos de alta qualidade que reside a possibilidade de continuidade (ou não) deste quadro. Neste sentido, o elevado grau de exigência de desempenho tecnológico, em função da estratégia presente da Embraer e do seu nível de penetração (atual e prospectivo) no mercado mundial, pode comprometer, pelo menos parcialmente, a política nacional de capacitação industrial em EAME.

III.7. EQUIPAMENTOS DE PROCESSAMENTO DE DADOS

III.7.a - O Panorama Tecnológico Internacional

O chamado complexo eletrônico constituiu-se pela interseção no desenvolvimento de algumas indústrias, notadamente as de equipamentos de processamento de dados (EPD), telecomunicações e bens eletrônicos de consumo, devido à revolução da tecnologia microeletrônica, baseada na física do estado sólido. Nesta seção será analisada a dinâmica da indústria de EPD tanto em termos tecnológicos quanto em relação à estrutura industrial. Não será abandonada, porém, a interdependência entre estas duas esferas, já que a dinâmica tecnológica microeletrônica potencia a geração de dois efeitos antagônicos no perfil e grau de concentração desta indústria.

Por um lado, a existência de segmentos muito dinâmicos de mercado cria oportunidades para empresas inovadoras, tanto novas quanto já existentes. Isso ocorre porque o mercado se fragmenta, na medida em que surgem novos componentes eletrônicos e desenvolvem-se tecnologias associadas, abrindo espaços para firmas menores, intensivas em recursos humanos altamente qualificados. Porém, a intensificação do ritmo de transformações técnicas leva também a um aumento de intensidade de capital na indústria microeletrônica, seja em P&D, seja na produção. Assim, conforme a nova faixa de mercado se consolida, as empresas líderes penetram e eliminam as firmas pioneiras não só por força de seu menor suporte financeiro, mas também sua grande capacidade de "marketing" e de escalas de produção.

O processo de agravamento das condições competitivas na indústria mundial de informática tem levado as empresas do setor a intensificarem acordos de cooperação tecnológica, industrial e comercial entre si. Isso decorre principalmente da crescente convergência dos mercados de telecomunicações e informática, além das novas exigências dos usuários por linhas completas de produtos compatíveis entre si. As formas de cooperação incluem "joint-ventures", acordos de fornecimento de equipamentos em OEM ("original equipment manufacture"), desenvolvimentos tecnológicos conjuntos, licenciamento simples ou cruzado, acordos de "marketing" e fabricação.

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

As tendências tecnológicas atuais da informática indicam que a indústria deverá manter nos próximos anos o intenso ritmo de

inovações que a tem caracterizado ao longo de sua história. Isso se dá não só pelo contínuo avanço tecnológico na área de componentes, materiais e serviços ("technology-push"), como também pela ativa concorrência e maiores exigências dos usuários ("demand-pull").

No caso das atividades de PeD este movimento foi possibilitado pelas drásticas transformações trazidas pelo advento do microcomputador, dispositivo que traz embutida a arquitetura básica requerida por um computador. Utilizando-se de microprocessadores, que são fabricados e vendidos no mercado por empresas independentes, novas firmas puderam penetrar na área de projeto. Esta atividade requeria elevadíssimos recursos técnicos e financeiros na época dos antigos "mainframes", de elementos discretos e baixa integração, garantindo uma estabilidade de mercado de quase 20 anos. Porém, os esforços para elevação na densidade dos circuitos integrados implicam em uma tendência crescente no nível mínimo de gastos para firmas que desejem operar na fronteira tecnológica. A intensificação do uso de equipamentos, notadamente CAD, na área de projetamento deixa transparecer a tendência de passar de projetos auxiliados por computador para projetos automatizados por computador (Tauile 86). Fortalece-se, portanto, o caráter de barreira à entrada, nos países desenvolvidos, deste poderoso instrumento de competição.

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

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

A crescente convergência entre informática e comunicações fará com que os computadores se tornem progressivamente máquinas universais de transmissão e processamento de informações, e não apenas de processamento de dados. Isso implica no desenvolvimento de tecnologia de redes de dados local ou pública. O desenvolvimento de redes requer compatibilidade em "software" e "hardware", de forma a permitir a comunicação entre equipamentos de origem diferente. Para isso, instituições internacionais como a ISO e CCITT procuram desenvolver normas e padrões legais a serem incorporadas por todos os fornecedores de equipamentos de informática. No entanto, a IBM pretende impor ao mercado internacional seus próprios padrões como norma "de fato", pois assim asseguraria seu crescente monopólio sobre a indústria informática.

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

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

O desenvolvimento em "software" tem sido mais lento. Mas existem novos caminhos que permitem vislumbrar uma futura redução do "gap" entre "hardware" e "software". Isso inclui as seguintes categorias (Tigre, 1986):

- a) Distribuição dos sistemas de computação através de redes, do desenvolvimento de "software" de 4a. geração (integração das diversas categorias de "software") e dos infocentros (centralização de bancos de dados em grandes computadores com acesso distribuído).
- b) Concentração de inteligência nos sistemas através da inserção de software no próprio "hardware" (microcódigos), sistemas "amigáveis" ("user-friendly") e sistemas especialistas.
- c) Desenvolvimento da "engenharia de software", que visa aplicar conceitos científicos ao desenvolvimento, manutenção e operação de programas e sua documentação associada.
- d) Projeto de 5a. geração, que visa inovar radicalmente a informática, produzindo computadores inteligentes capazes não só de processar dados, mas também conhecimentos.

O aumento de intensidade de capital também se manifesta nas atividades de produção. Não só porque permitem uma notável redução dos custos unitários de produção como também por atender a requisitos técnicos mais restritivos exigidos pela maior ênfase nas características de desempenho, confiabilidade e durabilidade do produto eletrônico como instrumentos de competição, em detrimento do fator preço. Percebe-se uma nítida tendência de integração do projeto do produto ao processo, facilitada pela integração vertical das firmas líderes do setor. Este processo de concentração compatibiliza a tendência à padronização com a diversificação de produtos, base do padrão de competição, dado que as empresas líderes dispõem de escalas de produção amplas o bastante para produzir padrões de fato, como o "padrão IBM". (Fauile, 86)

A entrada e sobrevivência de novas firmas de pequeno porte não ficam impossibilitadas. Seu papel, porém, fica potencialmente

restrito, conforme sua capacidade técnica, a suprir as firmas líderes ou ocupar nichos específicos de mercado. Assim, o Japão e os países recentemente industrializados no extremo oriente (Coreia, Taiwan, Singapura e Hong Kong) têm conseguido se destacar em vários segmentos do mercado mundial de microinformática, graças às suas capacidades de produção em massa a custos reduzidos. Mesmo carecendo de capacidade inovativa tornaram-se grandes fornecedores de equipamentos periféricos de alta precisão como unidades de disco e impressoras, uma vez que a fabricação destes equipamentos depende mais de tecnologia de processo do que propriamente de projeto. O Japão, e mais recentemente Coreia e Singapura, têm conseguido desenvolver formas de organização da produção superiores às americana e européia através principalmente da disciplina e participação intensa dos trabalhadores. Tal participação permite o desenvolvimento de círculos de controle de estoques (KANBAN) e outras técnicas que possibilitam obter alta qualidade e custos baixos. Em consequência, a própria IBM adquire no extremo oriente a maioria dos componentes utilizados em seus computadores pessoais, sem perder contudo o controle tecnológico sobre eles.

III.7.b - A Situação do Brasil

III.7.b.1 - Competitividade Interna e Política Tecnológica

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

No entanto, o mercado brasileiro não deixa de absorver as principais tendências da indústria internacional. A exemplo do que ocorre nos Estados Unidos, o mercado brasileiro de micros definiu-se em favor do padrão IBM em equipamentos de 16 bits. As empresas locais adotam uma estratégia competitiva semelhante à adotada pelos fabricantes americanos não-líderes no mercado de micros, ou seja, produzir equipamentos IBM compatíveis. Enquanto, porém, os fabricantes americanos enfrentam crescentes dificuldades em sustentar uma competição direta com a própria IBM, suas congêneres no Brasil desfrutam da proteção oferecida pela política de reserva de mercado (Figre, 1986).

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

sobrevivência de empresas de médio porte, apesar dos custos de produção relativamente altos.

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

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

Em 1985, existiam cerca de 100 empresas fabricantes de computadores e periféricos de pequeno porte, no Brasil. As maiores empresas, em ordem de faturamento, a Sid Informática, Cobra, Itaotec, Elebra Informática e Digired (ver Quadro 1). A maioria delas atua no mercado de automação bancária que absorve cerca de 30% das vendas totais de equipamentos de informática no Brasil. No entanto, as maiores empresas vêm procurando diversificar sua produção dentro do chamado complexo eletrônico, embora a participação nos outros segmentos ainda seja pequena.

A Sid alcançou o primeiro lugar em vendas graças ao fornecimento de equipamentos de automação bancária ao Bradesco, seu acionista. A diversificação de atividades de suas associadas se estende pelos campos de componentes semi-condutores, eletrônica de consumo e telecomunicações. A Cobra perdeu a liderança do mercado devido à retração das encomendas do setor público, seu principal cliente. Os cortes sistemáticos em seu programa de investimentos, dada sua condição de empresa estatal, impediram novos lançamentos e retardaram sua entrada no mercado de automação bancária. Ainda assim, lidera o mercado de minicomputadores e espera-se que retome sua

QUADRO 1

FATURAMENTO, NÚMERO DE EMPREGADOS E CONTROLE ACIONÁRIO
 DAS 20 MAIORES EMPRESAS BRASILEIRAS DE INFORMÁTICA
 (1983/84)

EMPRESAS	FATURAMENTO Cr\$ MILHÕES			nº (3) EMPREGADOS	PRINCIPAIS ACIONISTAS (4)
	Variação				
	83 (1)	84 (2)	84/83		
1. Sid.Inf.	34.410	181.420	427	1.134	Sharp (60,4%)
2. Cobra	47.330	180.950	282	2.541	BNDES (28,74%)
3. Itaú Tecn.	11.630	122.060	949	2.418(4)	Invest.Itaú S.A. (99,9%)
4. Elebra Inf.	11.070	122.840	919	1.452(5)	Cia. Docas de Santos 99,9%)
5. Digirede	12.440	102.100	720	800	Pessoa Física
6. Prológica	18.420	78.040	323	1.534	Pessoa Física
7. Elgin Máq.	3.360	70.540	2.000	1.750	Elmac (54,6%)
8. Labo Eletr.	19.340	64.480	233	500	Investec (98,1%)
9. Elebra Telecon	-	62.290	-	-	Cia. Docas (99,9%)
10. Scopus Tecn.	11.230	56.400	402	1.020	Scopus Tecn.Ser. Part. (78,7%)
11. Sisco	12.070	56.390	367	715	Poempa Ltda. (87,31%)
12. Racime	9.160	48.630	430	800	Pessoa Física
13. Microlab	7.380	40.050	442	739	Pessoa Física
14. Polymax Inf.	8.550	39.910	366	560	Acréscimo
15. Eletrodigi/ Flexidisk	-	38.180	-	370	Acréscimo
16. Edisa Eletr.	6.860	36.930	438	608	Parisa Part. (93,4%)
17. Digilab	8.540	31.610	270	420	Sete Quedas (52,1%)
18. Microtex	-	27.500	-	145	Pessoa Física
19. Moddata/Coencisa	-	24.110	-	513	Pessoa Física
20. Expansão Inf.	-	20.230	-	180	Pessoa Física

FONTE: (1) Panorama da Indústria Nacional - Bo. Inf. set/84

(2) (4) - Dados e Idéias - Edição extra - as 100 maiores/1985

(3) Catálogo da ABICOMP 85/86

(4) Inclui Itaucom.

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

vocação de vanguarda tecnológica com sua transferência para o Ministério de Ciência e Tecnologia. A Itautec também está dirigida ao mercado bancário, graças a sua vinculação ao Banco Itaú. Atua também no mercado de microcomputadores de 8 a 16 bits e prepara sua entrada no setor de microeletrônica e superminis. A Elebra Informática obteve sua posição entre as 5 maiores devido a uma liderança absoluta no setor de periféricos, principalmente impressoras e unidades de discos magnéticos. A exemplo da Itautec, inicia-se também na fabricação de superminis e componentes microeletrônicos. A Digirede, por sua vez, é a empresa que mais cresceu nos últimos anos, sendo atualmente a principal fornecedora independente de sistemas de automação bancária.

De um modo geral, a indústria brasileira de EPD tem mostrado uma tendência de desconcentração com a contínua entrada de novos fabricantes. O quadro 2 mostra a evolução da participação das 5 e 10 maiores empresas no mercado brasileiro de EPD. A pulverização do mercado se acentuou a partir de 1982 com a introdução dos microcomputadores. Em apenas um ano (1985), 20 empresas entraram na fabricação de microcomputadores compatíveis com o IBM-PC, elevando para 37 o número de fabricantes deste produto no Brasil.

QUADRO 2
EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS 5 E 10 MAIORES
EMPRESAS NO MERCADO BRASILEIRO (EXCLUI EM-
PRESAS ESTRANGEIRAS)

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

Fonte: Panorama da Indústria Nacional - Bol. sel./1985.
+ Pesquisa própria.

Com relação aos equipamentos de grande porte, as vendas atingiram US\$881 milhões em 1984, representando 51% do faturamento total da indústria. A IBM sozinha faturou em torno de US\$600 milhões, o que representa cerca de 70% do mercado naquele ano (Tigre, 1986).

III.7.b.2 - Competitividade Externa

As exportações de EPD estão concentradas principalmente na IBM. Em 1984 a empresa exportou US\$ 131 milhões, representando quase 80% do total das exportações (US\$ 151 milhões). A IBM exporta para outras subsidiárias do grupo, dentro de um esquema de divisão internacional do trabalho. Embora tenham declinado dos últimos anos, as exportações da empresa deverão ganhar novo alento com a implantação, em 1985, de um "International Procurement Office" (IPO) no Brasil. O IPO é responsável pela compra no mercado local de

componentes, partes e subconjuntos para suprir as necessidades da empresa internacionalmente.

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

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

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

III.7.b.3 - Atualização Tecnológica

As empresas brasileiras fabricantes de equipamentos de processamento de dados vêm logrando manter um certo grau de atualização tecnológica de seus produtos em relação ao mercado internacional. Na área dos microcomputadores, o gap existente nos equipamentos de 8 e 16 bits é pouco significativo. Estudos realizados no IEI em 1984 sobre a competitividade dos microcomputadores nacionais mostraram que o "gap" existente entre as linhas Apple II e TR-80, produzidos nos EUA e suas compatíveis no Brasil, era de menos de 1 ano (Tigre e Perine, 1984). Em periféricos e minicomputadores a distância entre a tecnologia dos produtos disponíveis no mercado brasileiro e no exterior é relativamente maior.

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

No entanto, as empresas líderes no mercado internacional tendem a utilizar microprocessadores exclusivos, isto é, não disponíveis para venda a terceiros. Tais componentes são, em geral,

projetados pelo próprio fabricante do computador, que assim impede sua emulação por concorrentes.

Tal tendência, todavia, não é absoluta pois existem brechas para possíveis alternativas. A Digital Equipment Corporation, por exemplo, lançou em 1985 o micro VAX II, um potente supermicro de 32 bits projetado a partir de um único microprocessador exclusivo. Entretanto, a Fairchild, fabricante independente de semicondutores, já está produzindo comercialmente (ou seja, para o mercado) uma "versão genérica" do "chip" utilizado no VAX II.

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

III.7.b.4 - Determinantes da Automação Microeletrônica

A implantação da indústria brasileira de computadores deu-se segundo um processo de substituição das importações, onde o elemento competitivo mais importante era a diferenciação do produto. Os fabricantes desenvolveram capacitação técnica para projetar ou adaptar equipamentos de processamento de dados sem maiores preocupações quanto ao processo de produção em si. As escalas de produção eram usualmente pequenas, tornando o processo de montagem e teste do produto um aspecto secundário da atividade, se comparado ao esforço de definição do produto. Os custos de produção em "batch" ou pequenos lotes, embora elevados, eram facilmente absorvidos pelo mercado, dada a forte demanda reprimida e proteção não tarifária à indústria nacional (Tigre, 1986).

Alguns fatores tem contribuído para uma maior preocupação com custos e processo de produção. Primeiro, a entrada de novas firmas e conseqüente intensificação de concorrência tem produzido guerras de preço, especialmente na área de microcomputadores. Segundo, o mercado atingiu uma maior padronização, fazendo com que o processo produtivo se deslocasse para questões relativas a preço, serviços e garantia pós-venda. Por fim, o crescimento do mercado gerou maiores escalas de produção e conseqüentemente maiores preocupações com o processo de produção e testes.

O impacto destes fatores sobre os preços foi significativo. Alguns modelos de micro computadores chegaram a ter seu preço real medido em termos de ORTNs, reduzido a menos de 1/3 do preço de lançamento em menos de dois anos.

Apesar dos avanços, a produção de computadores e periféricos no Brasil ainda é pouco automatizada e apresenta custos relativamente altos comparados a países em desenvolvimento do extremo oriente como Taiwan e Coréia do Sul. Apesar de mercado interno coreano ser menor que o brasileiro, as empresas locais geralmente operam no conjunto dos setores que caracterizam o "complexo eletrônico", isto é, bens eletrônicos de consumo, computadores, componentes semicondutores e outros equipamentos eletrônicos profissionais. Tal integração permite ganhos em economia de escopo, já que a montagem destes produtos envolve processos de produção similares. A montagem de um aparelho de TV, por exemplo, não se diferencia muito da produção de micros, já que inclui etapas comuns de montagem de placas, tubos de imagem, conectores, fiação, gabinetes e testes. Assim, uma empresa que opere nos dois segmentos mencionados (TV e micros) pode utilizar a mesma planta industrial para montagem dos produtos, realizando assim importantes economias de escala. Outra vantagem é incorporar o aprendizado alcançado no setor de consumo na produção de bens profissionais, antecipando o processo conhecido na literatura como "learning by doing".

No Brasil, ao contrário, a indústria de computadores nasceu como um setor autônomo. A indústria eletrônica de consumo estava concentrada na Zona Franca de Manaus e, por ser estrangeira, não podia operar dentro da área de reserva de mercado. Sintomaticamente, a única empresa com maioria de capital nacional a fabricar aparelhos de TV no país (Sharp) se tornou líder na produção de equipamentos de processamento de dados através de sua subsidiária SID Informática.

O processo de redução de custos e aumento da qualidade dos produtos exige maior escala de produção, elevados investimentos em equipamentos automatizados de montagem e teste e melhor capacitação das empresas nacionais em engenharia industrial. De um modo geral, as empresas conseguiram montar uma razoável capacitação técnica no projeto, mas não em processo. Esta última não é facilmente obtível via transferência de tecnologia no exterior, pois depende de fatores específicos locais, como custo e disponibilidade de insumos, condições do mercado e escala de operações.

A automação está fortemente associada a elevação do padrão de qualidade. A qualidade dos produtos de informática é influenciada por quatro fatores principais: confiabilidade do projeto, confiabilidade e durabilidade dos componentes, processo de produção e serviços de assistência técnica pós-venda. O conceito de qualidade industrial transcende, portanto, a simples questão de controle. No Brasil, a indústria de informática ainda carece de uma cultura voltada para qualidade, embora tenham evoluído muito os investimentos neste sentido. Os fabricantes voltados para equipamentos profissionais especializados como, por exemplo, sistemas de automação bancária, geralmente têm uma maior preocupação com qualidade. Dado o universo mercadológico relativamente limitado para esses sistemas no Brasil (cerca de 100 bancos), os fabricantes não podem se dar ao luxo de perder clientes em função de problemas de qualidade.

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

O processo de produção adotado nas empresas tem grande importância para a qualidade do produto. No Japão, os fabricantes de equipamentos eletrônicos lograram reduzir significativamente o índice de erros e falhas no processo de montagem através da introdução dos Círculos de Controle de Qualidade (CCQ). Os CCQs consistem em comitês voluntários formados por 7 ou 8 operários que se reúnem para discutir e analisar dificuldades encontradas no processo de trabalho. Tais dificuldades não são normalmente percebidas pelo setor de engenharia que define os métodos de produção, pois sua conceituação do processo é mais teórica do que prática. Os CCQs têm permitido reduzir substancialmente o custo de controle de qualidade, pois este passa a ser exercido não apenas por um grupo de técnicos, mas por todos os trabalhadores. Este fato pode ser ilustrado pela entrevista dada por um dirigente de Fujitsu a uma revista americana (Eletronics). Ao ser perguntado sobre o número de funcionários empregados por sua empresa em controle de qualidade, o dirigente japonês não hesitou em responder: "todos".

No Brasil, algumas indústrias de informática vêm tentando introduzir os CCQs, mas os resultados, segundo as principais empresas entrevistadas, têm sido pouco significativos. Isso ocorre porque as relações trabalhistas no Brasil não atingiram o grau de desenvolvimento observado no Japão. Os trabalhadores brasileiros não se sentem tão identificados com os objetivos da empresa quanto os japoneses que, na maioria dos casos, têm estabilidade no emprego. Os próprios sindicatos no Brasil vêm com certa desconfiança a implementação de CCQs, pois temem que os ganhos de produtividade decorrentes sejam incorporados exclusivamente pelos patrões, com risco inclusive de perda de emprego nas fábricas. Sendo assim, dirigentes de empresas brasileiras acreditam que a implantação dos CCQs deve estar vinculada a uma política mais ampla de recursos humanos. Sugestões bem sucedidas devem envolver algum tipo de recompensa ao grupo como, por exemplo, prêmio de viagem de férias. De um modo geral, os empresários são céticos quanto a abrangência de aplicação do conceito de CCQs no Brasil. Acreditam que possam utilizá-lo para resolver problemas de produção mas não chegaram ao padrão japonês de eliminar atividades de inspeção, independente de qualidade (Tigre, 1986).

A automação na produção de EPD no Brasil ainda é bastante limitada conforme os padrões internacionais. Já se verifica, porém, uma preocupação das empresas com a automação nas etapas de produção e controle de qualidade (Hewitt, 86).

Na etapa de produção o objetivo é simplificar as operações necessárias à montagem do equipamento. Isso envolve o reprojeto do

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

Assim, não há planos, ao menos no curto e médio prazos, de se adotar automação integrada. Já se encontram, porém, funcionando, ou estão em projeto, equipamentos de automação localizada. A principal etapa visada, na produção, é a montagem de partes, altamente intensiva em mão-de-obra, quase sempre, feminina. As razões que levam a adoção de equipamentos de inserção automática de componentes são a consistência, qualidade e confiabilidade das peças, principalmente placas. Também são fatores de estímulo o aumento da velocidade de inserção e repetibilidade durante 24 horas/dia de operação.

Existem, da mesma forma, fatores de desestímulo à adoção destes equipamentos: dificuldades ou restrições para se importar máquinas e peças, insatisfatória regularidade no fornecimento de peças nacionais, incerteza quanto ao melhor método a ser empregado no futuro (especialmente quanto ao novo método de montagem de componentes de superfície) e, fundamentalmente, a pequena escala de produção da indústria de EPD brasileira, em função dos elevados custos dos equipamentos. Como não há quase integração com a indústria de bens eletrônicos de consumo, cuja escala de produção é bem maior e o trabalho menos qualificado, não se consegue obter economias de escopo. O pequeno volume de produção não estimula nem o uso de linhas transfer, já presentes na indústria de bens de consumo, e que garantem melhor rendimento na inserção automática. Isto faz com que grande parte das empresas relute em automatizar, ou adote equipamentos semi-automáticos na produção. Quanto a robôs, não há nenhuma evidência significativa de interesse da indústria em sua instalação (Hewitt, 1986).

A segunda forma de redução de custos operacionais é a introdução dos equipamentos de teste. Isso permite não só economias de mão-de-obra, como também uma redução das perdas de materiais, além de aumentar a qualidade e confiabilidade do produto. A importância de dispor de equipamento de teste adequado pode ser exemplificado pelo sistema de teste físico de placas introduzido recentemente pela Digirede. Para implementar o projeto de um novo produto, são necessárias muitas especificações de teste. Os novos produtos lançados pela empresa têm em média dez placas de circuito impresso e é necessário desenvolver um programa de teste para cada uma. Para especificar os testes, é necessário um amplo conhecimento das placas, o que só é conseguido após meses de experiência. No processo tradicio-

nal, são necessários de quatro a cinco meses para alcançar o nível de confiabilidade desejável (90%).

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

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

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

III.7.c - Conclusões

A introdução de EAME na indústria de computadores brasileira, de forma a garantir redução dos custos de produção e, principalmente, elevação da qualidade industrial, ainda é pequena, apesar de ser crescente a preocupação a respeito. O principal ponto de estrangulamento que impede a aceleração deste processo é a reduzida escala de produção. Apenas uma empresa está integrada no restante do complexo eletrônico, garantindo economias de escopo, tal como ocorre largamente nos países do Extremo Oriente.

A possibilidade de se contar com mão-de-obra barata garante uma saída alternativa para reduzir os custos de produção. Há, porém, ainda bastante atraso em relação à qualidade industrial, que merece mais importância do que a dispensada. Esta é a grande vantagem competitiva da indústria japonesa, que tem seu PeD voltado muito mais para este aspecto, do que propriamente para inovações na informática.

No Brasil, optou-se por uma política de reserva de mercado que estimulou a sobrevivência de uma estrutura de oferta interna mais competitiva, na medida em que afasta os grandes monopólios da indústria internacional de importante parcela dos equipamentos de menor porte. As inovações, especialmente aquelas ligadas à diferenciação do produto, ainda são bastante significativas para o processo de concorrência, juntamente com outros mecanismos, como a guerra de preços. O mercado, então, estaria numa etapa inicial do ciclo do produto, onde a automação, ainda muito mais ligada à gestão tecnológica do que à inovação, pode ser contornada. Conforme a indústria amadureça, acompanhada de uma maior concentração, em grandes grupos, a necessidade de automatizar cresce potencialmente.

Em termos de tendência, com o acirramento das recentes pressões contra a lei de informática, criam-se dois cenários alternativos, intimamente ligados à política de reserva de mercado. O primeiro cenário corresponde a uma resposta negativa às pressões, acompanhada por sanções internacionais que poderiam implicar em um bloqueio à obtenção da tecnologia de ponta produzida nos países industrializados, especialmente nos EUA, que lideram a oposição contra a atual política. Com isso, o desenvolvimento da indústria se endogeneizaria plenamente, porém defasada, pelo menos no curto prazo, em termos tecnológicos e, seguramente, com pouco espaço para automação e pouca competitividade para exportar. O segundo quadro corresponde a uma maior liberalização da legislação referente à entrada de empresas estrangeiras. Haveria um aumento da escala de produção, com grande espaço para automação e com utilização mais rápida das inovações introduzidas na fronteira tecnológica. Expandir-se-ia o mercado externo, já que os produtos se tornariam mais competitivos, porém ao custo de perda do controle decisório associado à elevação do investimento estrangeiro direto e à perda do domínio tecnológico.

III.8 - INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES

III.8.a - O Panorama Tecnológico Internacional

III.8.a.1 - Estrutura de Mercado

A nível internacional, até fins da década de 60, a indústria de teleequipamentos se caracterizava por uma estrutura oligopólica estável, sustentada pelo monopólio estatal dos serviços de telecomunicações, pelas características da tecnologia eletromecânica, e pelo porte financeiro das empresas líderes.

Durante a década de 70, a difusão da microeletrônica a nível de produto, processo e consequentemente dos serviços, levou a transformações significativas na indústria. A estabilidade da estrutura de mercado foi abalada em função dos seguintes aspectos:

a) as características técnicas dos produtos com base na microeletrônica mudaram qualitativamente as barreiras à entrada na indústria, chegando até a reduzi-las em alguns segmentos do mercado (periféricos, por exemplo). Em função da convergência tecnológica com outros setores do complexo eletrônico, em especial o de informática, há uma erosão dos limites desses mercados, com as firmas diversificando em direção aos mercados tecnologicamente afins.

b) o impacto da microeletrônica a nível dos serviços de telecomunicações, que se expandem em termos de volume de tráfego e finalidade, viabilizou a exploração privada da atividade, enfraquecendo o monopólio estatal e expandindo o mercado de teleequipamentos.

III.8.a.2 - Tecnologia

Produto - Todas as três categorias de teleequipamentos foram sensivelmente afetadas pela difusão da microeletrônica, em função da maior velocidade, eficiência e menor custo dos sistemas microeletrônicos. A crescente demanda por serviços de informação, que por sua vez dependem das redes digitalizadas, constituiu-se também num impacto favorável à difusão dos equipamentos com base na microeletrônica.

Na área de comutação, os investimentos em PeD durante a década de 70, tornaram as centrais eletromecânicas obsoletas, sendo substituídas pelas digitais controladas por computador ("stored programmed system"), capazes de realizar um sem número de operações simultâneas, de forma mais eficiente e menos custosa.

Em termos de transmissão, os desenvolvimentos na área de semicondutores viabilizaram a substituição da transmissão analógica (sinais contínuos) pela transmissão digital (sinais discretos) mais eficientes e de custo mais baixo. Em meados da década de 70, os antigos cabos coaxiais deram lugar às fibras ópticas, cuja capacidade de transmissão é mil vezes maior do que seu antecessor, além de

ocuparem menos espaço e terem baixos custos de fabricação.

Os equipamentos periféricos, com a expansão dos serviços públicos e privados de telecomunicações ligados ao processamento de informações, tiveram sua complexidade tecnológica sensivelmente aumentada, ao mesmo tempo em que eram lançados novos produtos como os key systems e terminais inteligentes. Essa categoria de teleequipamentos que, tanto em termos de gastos em PeD como em termos de dinâmica de mercado, situava-se bem atrás das outras duas, tem sua posição modificada em função da digitalização das telecomunicações.

III.8.a.3 - Tecnologia de Processo e Automação

A difusão da tecnologia microeletrônica no processo de produção significou uma mudança radical em termos de estrutura de custos e perfil da mão-de-obra ocupada, em especial na área de comutação.

Na produção de equipamentos eletromecânicos, prevalecia uma estrutura verticalmente integrada, com cada componente exigindo níveis de precisão bastante elevados a fim de garantir confiabilidade e durabilidade ao sistema. A demanda por mão-de-obra altamente especializada era generalizada por todas as fases do ciclo de produção, ou seja, desde o projeto até o controle de qualidade.

A digitalização dos equipamentos levou a características de produção radicalmente distintas. Esse tipo de tecnologia, ao contrário da anterior, leva a um processo de integração horizontal, divisibilidade no projeto e na manufatura, e a uma forte concentração de engenheiros nos estágios do PeD (Hobday, 1984). Nas outras fases de produção, a demanda por mão-de-obra especializada é bastante reduzida, sendo que essa demanda é ainda menor em produtos que utilizam circuitos de larga integração (VLSI) (Ver Tabela 1).

O processo de montagem de equipamentos praticamente se constitui da inserção de componentes (circuitos integrados), em geral estandarizados e comprados "off the shelf", na indústria de semicondutores.

A digitalização das telecomunicações tornou o processo de produção de teleequipamentos bastante similar, em termos gerais, ao dos outros produtos do complexo eletrônico. Assim como nas outras indústrias do complexo, a microeletrônica criou novos espaços para o avanço do processo de automação, em especial no que diz respeito a montagem de componentes (CAM - computer aided manufacturing), desenho dos componentes e do produto final (CAD) e testes dos equipamentos fabricados (GERBER 800). Os equipamentos utilizados nesse processo de automação são de tecnologia microeletrônica e tem uso difundido entre as empresas líderes do mercado internacional (Tauile, 1986).

III.B.b - A Situação do Brasil

III.B.b.1 - Histórico

A história do setor de telecomunicações no Brasil, e em especial da indústria de equipamentos, pode ser dividida em dois períodos distintos, cujo divisor de águas pode ser atribuído à: 1) introdução e difusão da microeletrônica; 2) mudança de postura governamental em relação à política para o setor. O ano de 1974 é o marco temporal que separa os dois períodos.

O período que se estende da década de 20 até 1974, é marcado pela presença exclusiva de empresas multinacionais na produção de equipamentos de tecnologia manual e eletromecânica, cujo desenvolvimento era realizado no exterior.

Até a década de 60, essas firmas não passavam de montadoras de equipamentos importados das matrizes. Em seguida, elas iniciariam de forma tímida a produção "strictu-sensu" em função do crescimento significativo da demanda de equipamentos. Esse crescimento foi estimulado a partir de uma reestruturação no regime de concessão dos serviços de telecomunicações, com o estado assumindo o monopólio. Em 1965, foi criada a EMBRATEL, empresa estatal monopolista das ligações interurbanas e internacionais, e então elaborados os primeiros planos de telecomunicações que previam a necessidade de rápida expansão da rede.

A criação da TELEBRÁS, "holding" do setor em 1972, deu novo impulso à indústria, já que centralizando amplos recursos financeiros teria condições de gerar grandes encomendas, evitando a excessiva fragmentação do mercado. Tendo como objetivo prioritário a unificação e uniformização técnica de rede de telecomunicações, a Telebrás viabilizaria a normalização dos equipamentos, além de assegurar oportunidades de rápida expansão à indústria através de um programa de encomendas previsíveis. Como monopsonista, a "holding" instalava as bases para uma forte intervenção do estado no setor, viabilizando na prática a formulação e implementação de uma política industrial de longo prazo.

Os primeiros passos dados pelo Estado no que diz respeito a formulação de políticas para o setor, foram marcados pela tentativa de repartir entre as firmas concorrentes o aumento de encomendas, de forma a evitar o monopólio e também a excessiva fragmentação da indústria, o que inviabilizaria escalas ótimas de produção.

A partir de 1974, a ação do estado fez-se mais agressiva, organizando não só a divisão do mercado entre as firmas concorrentes, mas também apresentando uma clara preocupação nacionalista de apoio ao desenvolvimento da indústria nacional, via instrumentos de política tecnológica e reserva de mercado (ver Lei no. 102/jan.75/MINICOM).

As diretrizes do governo Geisel para o setor estavam sincronizadas com os objetivos mais gerais do II PND, de complementação da estrutura industrial brasileira, de desenvolvimento tecnológico endógeno e de fortalecimento de empresa nacional. Previam

se uma aceleração da expansão da infraestrutura de telecomunicações, paralela a um esforço de possibilitar a emergência de um empresariado nacional no setor de equipamentos. Para tanto o governo utilizou em primeiro lugar o controle adquirido sobre a rede nacional de telecomunicações, orientando as empresas no sentido de que passassem a privilegiar as empresas nacionais na opção de compra de equipamentos.

Paralelamente, foram acionados os órgãos que definiam a política industrial e tecnológica no período (INPI, FINEP, CNPq, CACEX), além de criados outros como o GEICOM (Grupo Interministerial de Componentes - 1975), cujo objetivo era coordenar a redução das importações do setor e assegurar uma progressiva nacionalização dos equipamentos. Neste momento, a concentração de capital no setor era mais pronunciada do que no setor elétrico-eletrônico como um todo, onde aproximadamente 77% das vendas eram controladas por multinacionais (Hobday, 1984).

A política de incentivo à penetração de capital nacional no setor, e de capacitação tecnológica materializou-se nas restrições à importação de componentes, e nas exigências impostas pela Telebrás, em termos de origem nacional do capital votante, para o desenvolvimento e produção das centrais digitais de comutação SDS-SPC ('space division share-stored programmed controlled') e pela portaria 661 do MINICOM. Para complementar estas medidas foi criado o centro de pesquisa da Telebrás (CPQD - 1975) com o objetivo de desenvolver sistemas digitais desde a etapa de pesquisa básica até o desenvolvimento do protótipo, o qual seria transferido à indústria local. Cerca de 40% do mercado foi reservado para a tecnologia desenvolvida pelo CPQD, de acordo com a portaria 662 do MINICOM, em 1978.

Em virtude das restrições impostas pela Telebrás ao capital estrangeiro, em especial no mercado de comutação digital (as centrais de comutação são historicamente a família de equipamentos de maior mercado no país, que em 1983 equivaleu a 216 milhões de dólares), as grandes multinacionais que dominavam o setor (Ericsson, Siemens, ITT-SESA e NEC), a fim de continuar no mercado, foram obrigados a transferir o seu capital votante para grandes grupos financeiros brasileiros. Monteiro Aranha e Atlântica Boavista assumiram a Ericsson (40% do mercado), a Hering assumiu a Siemens (14% do mercado) e o Brasilinvest ficou com as duas restantes (NEC e ITT-SESA).

Também como consequência da política industrial adotada pelo setor, em especial as restrições à importação de componentes, as empresas de capital 100% nacional evoluíram para fabricação de equipamentos com projetos próprios ou com projetos desenvolvidos pelo CPQD e pelas empresas do sistema Telebrás. Atualmente estas empresas fabricam equipamentos para redes urbanas, telefones, multiplex, PCM, Modems para transmissão de dados, carrier de assinantes, PABX digitais, equipamentos de rádio, equipamentos para estações terrenas de satélite, radares, avançando de forma decisiva para o domínio da tecnologia digital.

O mercado de comutação pública de grande porte ficou ainda restrito às empresas 'nacionalizadas'. Em que pese as deficiências de definição de empresa nacional adotada pelo MINICOM, ela garantiu ao

menos que houvesse uma mudança clara nas políticas de PeD por parte das multinacionais do setor (ver Brundenius e Gorasson 1984, para o caso da Ericsson)

A mudança no padrão de intervenção estatal livrou o setor de uma situação de completa dependência do exterior tanto em termos de capital como de tecnologia. Essa mudança foi viabilizada não só pela estruturação do sistema Telebrás e seu poder de compra, aliado aos outros mecanismos de política industrial e tecnologia mas, também, pelo fato da decisão de capacitação de tecnologia endógena estar voltada para a tecnologia microeletrônica digital.

A mudança tecnológica ampliou o poder de barganha do estado e facilitou a tarefa de desenvolvimento de tecnologia própria em função das características intrínsecas à nova tecnologia (discutida no item II).

Não se pode deixar também de mencionar a política de reserva de mercado, instituída em 1979, para a área de informática, como um dos fatores que viabilizaram a entrada de capital nacional na indústria, e o avanço alcançado em matéria de PeD. Apesar da reserva de mercado ter sido instituída com objetivos específicos para a área dos equipamentos processadores de informação, ela acabou estendendo-se, na prática, para a área de transmissão de informações, em função da tecnologia comum e de dificuldade de colocar limites claros para esses mercados. A Secretaria Especial de Informática (SEI) passou a controlar, ou pelo menos influenciar, praticamente todas as áreas do complexo eletrônico.

Grande parte das empresas brasileiras que hoje exploram o mercado de telecomunicações, são originárias do mercado de computadores e periféricos. A similaridade de tecnologia, a capa protetora de reserva de mercado e alguns aspectos da política industrial do MINICOM (citados anteriormnete) incentivaram seus processos de diversificação.

Apesar de se poder afirmar que a indústria brasileira de teleequipamentos está na mesma onda tecnológica que a indústria dos países industriais avançados, a sua capacidade competitiva a nível internacional ainda é reduzida. A dependência tecnológica ainda é significativa, e a qualidade dos produtos não resiste a um confronto direto a nível internacional. O volume de exportações é baixo (vide tabela 3), e se dirige em geral a mercados do Terceiro Mundo, sendo que as principais empresas exportadoras são as "nacionalizadas" como Ericsson, Standard Eletric (SESA), NEC, que mantêm ainda estreitos laços com suas antigas matrizes.

III.8.b.2 - Estrutura e Desempenho

Em termos de desempenho a indústria de teleequipamentos no Brasil sofreu uma forte retração no seu mercado, durante a segunda metade da década de 70. Este, que em 1975 era da ordem de US\$1,2 milhões, reduziu-se para US\$0,8 milhões em 1983. Esta redução se deu basicamente em função de cortes no investimento público (leia-se

Telebrás) efetuados dentro de uma conjuntura de crise no balanço de pagamentos e aceleração inflacionária (ver gráfico 1). Esta retração no mercado obrigou as grandes empresas a trabalharem com níveis elevados de capacidade ociosa, oscilando em torno de 55% (Hobday, 1984). Empresas como a Plessey e Philips saíram do mercado, e as que permaneceram como a Ericsson, foram obrigadas a fechar algumas unidades produtivas.

As pequenas e médias empresas, cuja dependência de investimento público era menor, apresentaram um desempenho melhor, já que o mercado de caráter privado apresentou um crescimento tímido mas constante (Gráfico 1). Em 1976, as firmas pequenas e médias nacionais ocupavam cerca de 2% do mercado. Em 1980, impulsionadas pela reserva de mercado, esse número chegou a 10% e em 1981, 16,7% do total das vendas de equipamento (Hobday, 1984).

Os gráficos 2 e 3 documentam de modo sintético, o desempenho global de indústria de teleequipamentos nos últimos seis anos. A tabela 4 apresenta as 10 principais empresas em termos de receita líquida e patrimônio líquido. A Elebra, empresa de capital integralmente nacional, ocupa a 6a. (receita líquida) e 4a. (patrimônio líquido) posições.

As empresas fornecedoras de equipamentos e partes para o sistema nacional de telecomunicações são mais de 120, sendo que 31 delas tem capital social acima de US\$1 milhão. Em 1983 as 4 maiores empresas em termos de patrimônio líquido respondiam por 75% do patrimônio líquido das 10 maiores, sendo que só a Ericsson era responsável por 42,2%. As três empresas "nacionalizadas" (NEC, ERICSSON, SESA) juntas correspondiam a 58% do total (Wajnberg, 1984).

Os investimentos em PeD (ver tabela 5) entre 1973 a 1983 foram da ordem de US\$ 150 milhões no setor privado e US\$ 143 milhões no setor público (Wajnberg, 1984).

O índice de nacionalização dos produtos segundo o GEICOM é em média 80% do valor do produto final.

III.8.b.3 - Automação e competitividade

A mudança de base técnica, ou seja, da eletromecânica para a microeletrônica, significou uma alteração profunda no processo de produção, como já havíamos mencionado no item II (Tabela 1). Mudou-se o perfil da mão-de-obra, além de reduzi-la. A tecnologia do produto implicou num processo de produção em que são ultrapassados os limites para automação então existentes na eletromecânica. O processo de montagem dos equipamentos resume-se agora à inserção de componentes, em geral padronizados e projetados segundo critérios que facilitem a sua montagem automática. Em termos gerais são comprados "off the shelf".

A complexidade tecnológica do produto final exige que a fase de controle de qualidade utilize equipamentos automatizados com base em microeletrônica. A velocidade que adquire o progresso técnico e o

processo de diferenciação de produtos na indústria (principal estratégia de competição), dá enormes vantagens àquelas firmas que possuem equipamentos computadorizados de auxílio à engenharia e projeto (CAE e CAD).

Esse conjunto de mudanças integra um processo de convergência tecnológica da indústria de teleequipamentos com outras indústrias do complexo eletrônico, vale dizer informática e eletrônica de consumo. Os componentes semicondutores e as placas de circuito integrado são a base sobre a qual se erguem todos os setores do complexo, levando a uma homogeneização nos seus processos de produção, e portanto a problemas e características comuns no que diz respeito ao processo de automação.

Grande parte dos determinantes do processo de automação na indústria de teleequipamentos brasileira, ou seja, os fatores de estímulo e as barreiras existentes, já foram apontados na seção III.7, referente à indústria de equipamentos de processamento de dados. O processo de convergência tecnológica, como apontado acima, leva a que essas indústrias apresentem problemas comuns. As economias de escala e escopo levam também a que um número significativo de empresas estejam presentes nas duas indústrias ou mercados. Desta forma, de modo a não tornar esta seção repetitiva, nos limitaremos aqui a destacar as principais características do processo de automação com base microeletrônica na indústria de teleequipamentos.

A indústria brasileira de teleequipamentos vem acompanhando com uma defasagem significativa os níveis de automação nos países industriais avançados. Em função dos baixos custos de mão-de-obra, só são automatizadas aquelas fases em que o processo manual prejudica seriamente a qualidade do produto. Existem também problemas com a escala de produção. Esta, por ser reduzida, inviabiliza a automação em fases como, por exemplo, de inserção de componentes, onde o custo do equipamento (em geral máquinas de controle numérico) é muito alto. Em outras fases, como por exemplo, da parte mecânica (estamparia e usinagem da "carroceria" do equipamento) a escala reduzida é um estímulo para a automação flexível.

Em termos gerais, a difusão dos equipamentos de automação com base em microeletrônica é baixa na indústria de teleequipamentos brasileira, estando mais concentrados nas fases de projeto e teste dos equipamentos.

Na área de engenharia e projeto, o CAD é o equipamento mais utilizado em função da rapidez e flexibilidade, características fundamentais para uma indústria em que as vantagens competitivas são dinâmicas. Existem algumas empresas como a Elebra que já possuem um sistema de CAE ("computer aided engineering") em implantação. Em geral, no entanto, é um equipamento pouco utilizado.

Na área de montagem, no que diz respeito a parte eletrônica, a inserção de componentes é feita manualmente, tendo às vezes ajuda de algum equipamento semi-automático (Wire-Wrapping, por exemplo). Somente a parte de soldagem dos componentes é automática (equipamento brasileiro), no entanto, ainda depende fortemente do operador.

As razões alegadas para não se automatizar, baseiam-se em termos gerais no baixo custo de mão-de-obra brasileira e na pequena escala de produção frente ao alto custo do equipamento de automação. Na área de produção e montagem dos componentes mecânicos, as pequenas escalas de produção (o que eleva o custo da encomenda a terceiros) obrigam as empresas integrarem verticalmente. Esta por sua vez só se torna viável com equipamentos de controle numérico que permitem maior flexibilidade e maior precisão nas peças. Permite ainda uma integração com o CAD, dando passos na direção de um sistema flexível de manufatura. Há problemas, porém, com a oferta de mão-de-obra especializada neste tipo de equipamento, tanto no que diz respeito à operação como à manutenção.

Na fase de testes, como já foi dito antes, a complexidade do produto exige a presença de equipamentos automatizados com base em microeletrônica. Ainda assim, o que se nota nas empresas brasileiras é que a maior parte dos testes é feito em equipamentos semi-automáticos em que a participação do operador é fundamental. É o caso do osciloscópio, do multímetro e de dispositivos para simulação. Na Elebra (7a. empresa em termos de patrimônio líquido em 1983) a fabricação das placas de circuito integrado conta apenas com 2 equipamentos de teste computadorizados, por onde passam apenas aquelas placas para produtos mais complexos, como por exemplo, a central de comutação trópico.

Em termos de perspectivas futuras, uma nova geração de componentes que implicará necessariamente num maior nível de automação, em especial na montagem ("surface mount device", pode mudar o quadro atual da indústria. Ou seja, em função das vantagens competitivas dessa nova geração, a partir do momento que alguma firma a introduzir no mercado brasileiro, isso obrigará as outras a acompanharem sob pena de serem expulsas do mercado.

Enquanto este momento não chega, a inserção automática de componentes não é economicamente interessante para as empresas, e não se constitui num imperativo em termos de qualidade. Esta só é interessante para as empresas multinacionais "nacionalizadas" em função de atuarem em escala mundial e de obterem todas as vantagens dessa característica.

III.8.c - Conclusão

A difusão da tecnologia microeletrônica a nível do setor de teleequipamentos, aliada a instrumentos de política industrial, científica e tecnológica permitiram ao Brasil diminuir os níveis de dependência tecnológica e de internacionalização do setor. A tecnologia microeletrônica ampliou os espaços para o processo de automação em função das características do produto. No Brasil esse nível de automação é, no entanto, menor do que nos países avançados em função de problemas de escala e do custo de mão-de-obra. A automação com base na microeletrônica na indústria brasileira se concentra basicamente nas áreas de projeto e teste, ainda que o grau de difusão não seja alto.

As proteções institucionais existentes permitem que a indústria brasileira conviva com esses baixos níveis de automação, apesar de colocar sérios impedimentos à sua penetração no mercado externo.

As perspectivas de uma nova geração de componentes eletrônicos (que implicará em maiores níveis de automação, e, em ganhos significativamente elevados de produtividade e eficiência dos equipamentos) poderá levar, desde que seja introduzida no mercado brasileiro (e já existem estudos a esse respeito) a uma sensível elevação dos níveis de difusão dos equipamentos de automação microeletrônica, menos por uma necessidade de competição no mercado externo, e mais por uma necessidade de sobrevivência no mercado interno.

TABELA 1

ESTRUTURAS DE CUSTOS RELATIVOS NA PRODUÇÃO DE
TELEQUIPAMENTOS

	<i>Eletromecânico</i>	<i>Eletrônico (SSI)</i>	<i>Eletrônico (LSI)</i>
<i>Custos fixos</i>	50	35	15
<i>Trabalhadores Diretos</i>	20	15	5
<i>Matéria Prima</i>	30	50	80

LSI - Integração em larga escala

SSI - Integração em pequena escala

*Fonte: Standard Eletrica S.A. - Citado em Enhancing National
Technological Capability. Bo Goransson : Discussion
paper no. 158 - University of Lund - Sweden.*

TABELA 2

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento -
Programas e Projetos em Execução

PROGRAMAS E PROJETOS	DESENVOLVIMENTO (*)		INDUSTRIALIZAÇÃO
	Interno	Externo	
COMUTAÇÃO ELETRÔNICA			
.SISCOM I	-	USP EDTE	-
.SISCOM II (Trópico LT)	DCO	-	-
.SISCOM III (Trópico RC)	DCO	EEBRA e P&D	-
.DIGITALIZAÇÃO DE LINHA DE ASSINANTE	DCO	UNICAMP/FTPT	-
.EPEL (Equip.Portátil p.Exame Linha)	DCO	-	SCHAUSE
COMUNICAÇÕES ÓPTICAS			
.ELO 34 (Equip.Linha Óptica 34 Mbps)	DTR	UNICAMP/FTPT	ELEBRA, ABC-TELETTRA
.ELO-140 (Equip.Linha Óptica 140 Mbps)	DTR	-	-
.LASER	DCM	FUNCAMP LPD	-
.FIBRAS ÓPTICAS	DCM	FUNCAMP LPD CONDUGEL	XTL
TRANSMISSÃO DIGITAL			
.MCP-30 (PCM 30 canais)	DTR	UNICAMP/FTPT ELEBRA, AVEL	ELEBRA, ABC, TELETTRA AVEL,
.MCP-120 (PCM 120 canais)	DTR	UNICAMP/FTPT	ELEBRA, ABC-TELETTRA, AVEL
.MCP-480 (PCM 480 canais)	DTR	-	ELEBRA, ABC, TELETTRA
.MCP-1920 (PCM 1920 canais)	DTR	-	-
.MDT-101-B (TDM p/Telex e Dados)	DTR	ELEBRA, AVEL	ELEBRA, AVEL
.RADI-834 (Rádio Digital)	DTR	CETUC PUC RJ. UNICAMP, FTPT, USP/LMT	-
.CD-2400 (Concentrado Tráfego Digital)	DTR	ELEBRA	ELEBRA
.PESQUISA APLICADA EM TRANS.DIGITAL	DTR	UNICAMP/FTPT	-
COMUNICAÇÃO DE DADOS			
.REXPAC (Rede Exp.de Comutação de Pacotes)	DTR	FUNCAMP, USP/EDTE.EBT. CETUC/PUC/RJ, CTA, ITA	-
.COMPAC (Comunicação de Pacotes)	DTR	COBRA e ICATEL	-
COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE (PCS)			
.PROCES.TRANS.SINAIS SISTEMA SATÉLITE	DTR	CETUC/PUC/RJ	-
.SIMULAÇÃO ENLACE SATÉLITE	DTR	CETUC/PUC/RJ	-
.INTERFERÊNCIA SISTEMA SATÉLITE EBT.	DTR	CETUC/PUC/RJ.EBT	-
.DIMENSIONAMENTO ENLACES SATÉLITE	DTR	CETUC/PUC/RJ.EBT	-
.ANTENAS OFF-SET	DTR	CETUC/PUC/RJ	-
.AMDT-ACESSO MULT.P/DIV.	DTR	CETUC/PUC/RJ	-
.REP.REUSO DE FREQUÊNCIA	DTR	CETUC/PUC/RJ	-
.ETP (Estação de Telefonia Pública)	DTR	EBT.CETUC/PUC/RJ USP LME. CONTROL AVIBRÁS, FINEP	Control Avibras, HARALD. ABC, ITAL TEL. SITELTRA AVIBRÁS
.ANSAT-10m (Antena p/Satélite de 10m)	-	-	AVIBRÁS
.ERIV (Estação de Recepção de TV)	DRT	CETUC/PUC/RJ. USP LME, EBT. ABC, TELETTRA, AVIBRÁS FINEP e CONTROL	AVIBRÁS, HARALD ABC-TELETTRA. SITELTRA
.EBC (Estação Baixo Custo)	DRT	UNICAMP FTPT. AVIBRÁS E AMPLIMATIC	-
.LCS (Lab.de Comutação por Satélite)	DTR	EBT	-
COMPONENTES E MATERIAIS			
.CIRCUITOS HÍBRIDOS	DCM	CETUC/PUC/RJ UNICAMP, USP LME	- GRADIENTE
(Filme espesso e filme fino)			
.CIRCUITOS INTEGRADOS	DCM	UNICAMP/FTPT, UNICAMP LED E USP LME	-
.PESO APLICADO EM COMP. E MATERIAIS	DCM	UNICAMP/FTPT.	-
.MATERIAIS DE GRAU ELETRÔNICO	DCM	UNICAMP MGE e USP UNICAMP	-
TECNOLOGIA DE TELEFONES			
.TELEFONE-PADRÃO	DCO	CONTROL.FINEP	GRADIENTE
.CATE (Cápsulas Telefônicas)	DCO	USP SÃO CARLOS	-
TECNOLOGIA DE PRODUTOS			
.CERTIFICAÇÃO E MANUT.DE QUALIDADE	DAT	ELEBRA, AVEL.	-
SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES			
.DESEMPENHO DE ENLACE RADIOELÉTRICO	DTR	CETUC/PUC/RJ.DO TB	-

TABELA 3

Exportações das Indústrias de Equipamentos para
Telecomunicações
1977/1983

Indústrias	Ano	Valores em US\$Milhões FOB						
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Ericsson		7	1,8	1,3	3,1	3,2	2,7	2,0
Sesa		0,5	4,8	14,7	3,1	1,4	0,5	0,4
Nec		0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	2,7	0,6
Equitel (Siemens)		0,2	0,7	0,3	3,0	3,9	2,5	4,0
Multitel (GTE)		3,5	2,4	4,1	7,4	6,9	3,2	1,4
Philips Inbelsa		1,2	0,6	0,6	0,7	2,2	1,1	-
Sul América Philips Telecomunicações		16,5	12,5	10,2	5,6	1,1	0,1	-
ABC Telettra		-	0,1	0,1	7	10,1	4,4	5,6
ABC Italtel (AUSO)		-	0,1	0,3	1,5	0,8	-	-
Embracon		-	-	-	-	1,4	1,4	-
Siteltra (Telefunken)		0,9	0,4	0,1	1,7	2,6	0,1	0,6
Daruma		-	0,1	0,4	1,2	0,1	0,3	0,6
Outros 10 Fabricantes		0,3	0,3	0,9	2	4,5	2,4	2,9
Total		30,7	24,7	33,4	36,9	38,7	21,6	18,2

Observações: 1. Os Valores desta tabela referem-se apenas às exportações de equipamentos para telecomunicações e partes e peças.
2. PHILIPS NORDESTE exportou em 1981 US\$13,2 milhões e em 1982 US\$12,1 milhões dos quais 95% dizem respeito a circuitos integrados para rádio e TV.

Fonte: Wajnberg, 1984.

TABELA 4

Empresas do Setor Industrial de Telecomunicações
Classificação em 1983

Valores Contábeis no Período em Milhões de Cruzeiros

Receita Líquida		Custo de Produção		Lucro Líquido	
1. Ericsson	98.731	1. Ericsson	33.305	1. Ericsson	12.500
2. Nec	31.447	2. Sesa	17.625	2. Equitel	3.583
3. Sesa	29.416	3. Nec	15.815	3. Nec	2.243
4. Philips Nord.	21.177	4. Elebra	9.997	4. Elebra	2.940
5. Equitel	20.516	5. Philips Nord.	9.921	5. Splice	1.761
6. Elebra	19.280	6. Equitel	8.953	6. Philips Nord.	1.282
7. ABC Telettra	19.200	7. Multitel	8.733	7. ABC Telettra	758
8. Multitel	15.117	8. Siteltra	7.826	8. Harald	679
9. Siteltra	11.924	9. ABC Telettra	5.350	9. Cook	338
10. Daruma	5.796	10. Daruma	2.868	10. Icatel	227

Despesas Financeiras		Patrimônio Líquido		Ativo Fixo	
1. Ericsson	18.813	1. Ericsson	73.216	1. Ericsson	31.544
2. Sesa	13.729	2. Nec	23.053	2. Sesa	14.153
3. ABC Telettra	5.766	3. Philips Nord.	21.658	3. Nec	13.070
4. Siteltra	4.004	4. Elebra	13.846	4. Elebra	9.484
5. ABC Italtel	3.426	5. Equitel	13.426	5. Philips Nord.	7.276
6. Multitel	1.971	6. ABC Telettra	10.173	6. Equitel	4.570
7. E.E.	1.003	7. Siteltra	5.450	7. ABC Telettra	4.276
8. Cook	833	8. Multitel	5.225	8. Siteltra	3.916
9. Equitel	816	9. Sesa	4.063	9. Multitel	2.283
10. Unitel	793	10. Fone-Mat	3.098	10. Fone-Mat	2.060

Fonte: Wajnberg, 1984.

TABELA 5

P & D

Investimentos

1 - Telebrás

1973-83 - 143 milhões de dólares

1984 - 16 milhões de dólares

Segmento do mercado atendido com equipamentos desenvolvidos a partir da tecnologia do CpQD: 65 milhões de dólares por ano.

2 - Empresas Privadas

1973-83 - 150 milhões de dólares

Exemplos:

1973 - 1983

Ericsson	53	milhões de dólares		
Sesa	21	"	"	"
Equitel	18	"	"	"
Elebra	13,5	"	"	"
Nec	7,0	"	"	"
Outras	40,0	"	"	"

GRÁFICO 1

Indústrias do Setor de Telecomunicações

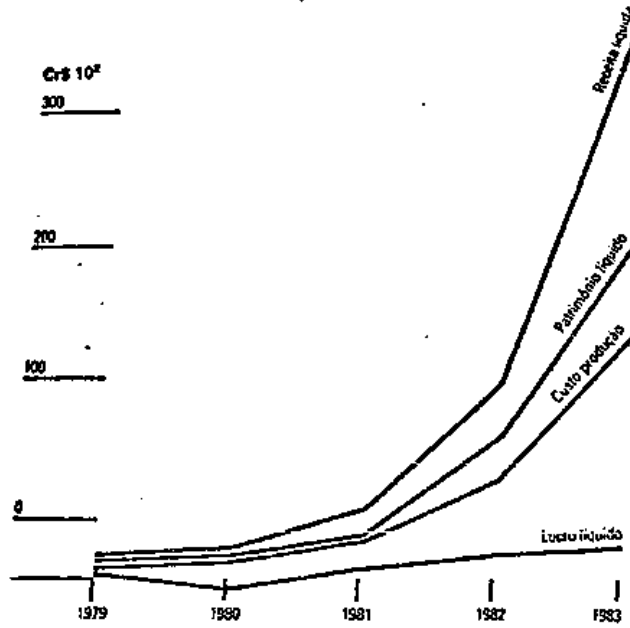
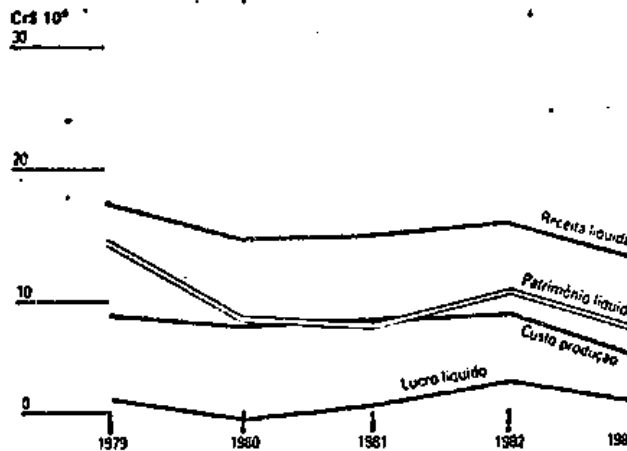
Evolução Económica
Preço Corrente

GRÁFICO 2

Indústrias do Setor de Telecomunicações

Evolução Económica
A Preço Constante de 79

IV - SUMÁRIO E CONCLUSÕES

IV.1 - A difusão de EAME e seus impactos a nível internacional

Existem fatores de estímulo e obstáculos mais ou menos generalizados à difusão de EAME nos países desenvolvidos. Apesar disso, esta difusão, por razões diversas, ocorre com intensidade diferenciada através dos setores industriais aqui analisados. Até em setores dentro de um mesmo complexo industrial as especificidades da difusão são diferentes.

No setor têxtil a difusão é baixa pois a lógica de organização do seu processo de produção já implicava, mesmo dentro dos limites da eletromecânica, altos níveis de automação e continuidade do fluxo produtivo. Quando é viável a utilização de controles ME como, por exemplo, no acabamento e controle de qualidade, o impacto tende a ser forte. No setor de confecções/vestuário o desenvolvimento e a introdução de EAME é bastante recente mas a difusão é, potencialmente, boa. As implicações mais importantes recaem sobre as fases de desenho de modelos e de premoldagem. Quanto à produção de calçados de couro, do mesmo modo, só recentemente começou a ser afetado pela difusão de EAME. No entanto, as perspectivas de difusão são acentuadas. Os principais impactos ocorrem no tratamento do couro e na fase de premontagem. Nestes dois setores (vestuário e calçados) a característica de flexibilidade aportada pela ME tem especial significação e potencialidade de aplicação devido à grande variedade de modelo e de tamanho das unidades produzidas.

No complexo metal-mecânico, o nível de difusão dos EAME já é bem maior hoje em dia. O setor produtor de máquinas ferramenta é o maior usuário de MFCN, devido à grande importância da característica flexibilidade na automação de pequenos lotes de produção e da regularidade na manutenção dos padrões de qualidade. A integração de EAME formando células e sistemas flexíveis de manufatura e viabilizando a chamada automação intra-esfera de produção (Kaplinsky, 1985), já se esboça como uma tendência da fronteira internacional, constituindo novas economias de escopo.

A produção automobilística é a maior consumidora de robôs internacionalmente e grande usuária dos demais EAME (CLP, MFCN, CAD, etc.), contribuindo para que a estrutura desta indústria passe por uma espécie de desamadurecimento. As novas formas de automação estão associadas ao acirramento da concorrência. Elas são importantes não apenas por economizar mão-de-obra, que é cara nos países desenvolvidos, ou por promover economias de integração, mas também por aumentar a flexibilidade necessária à diversificação dos modelos produzidos e por garantir melhor a manutenção das especificações e dos padrões de qualidade. Os EAME têm sido utilizados com frequência, em consonância com métodos contemporâneos de organização da produção em massa que visam aumentar a eficiência do sistema através da minimização de estoques ("just-in-time").

O setor aeronáutico, dada sua afinidade com a produção de armamentos e com a corrida aeroespacial exige, por definição, tecnologia de ponta. Por isso tomou-se, desde logo, um importante

usuário de MFCN e CAD, servindo como um "locus" experimental da nova tecnologia. As questões de flexibilidade necessária à automação em pequena escala e de regularidade de precisão na confecção de partes e componentes com elevadas exigências de especificação e confiabilidade, são muito presente.

Passando para o complexo eletrônico, onde cabem tanto equipamentos de processamento de dados como de telecomunicações, vale dizer que são grandes os impactos atribuídos a sistemas de montagem automática, teste e controle de qualidade, cuja viabilidade econômica depende, por sua vez, de escalas bastante elevadas de produção. A utilização de sistemas de computação sofisticados (CAD) para automatizar tarefas intelectuais rotineiras (ou repetitivas) na concepção de projetos e a produção e modificação de desenhos, tem sido absolutamente fundamental para assegurar a vanguarda competitiva neste complexo industrial.

IV.2 - A difusão no Brasil

A difusão da base técnica ME no Brasil é em geral recente e, por isso mesmo, pequena relativamente ao resto do mundo. No complexo têxtil/vestuário e calçados a difusão EAME é pequena, mesmo em termos brasileiros. Em têxtil pode-se notar que apesar de pequena, a demanda é crescente, por parte principalmente de empresas maiores e mais modernas. Em vestuário não há qualquer sinal de estímulo da demanda e em calçados, esboça-se algum interesse por equipamentos para tratamento de couro.

A introdução de EAME nos setores analisados do complexo metal mecânico no Brasil, ainda que recente, já é mais significativa. As empresas produtoras de bens de capital, em geral, e máquinas-ferramenta, em particular, são as maiores usuárias de MFCN. Apesar disso, integrações sistêmicas ainda são raras ou experimentais. A demanda tem sido crescente, especialmente durante a recente recuperação da atividade econômica, e tem sido razoavelmente atendida pela produção local. Na produção automobilística, a introdução de EAME, também recente e ainda pouco significativa, além de representar uma adaptação necessária a uma nova fase de maior integração à indústria internacionalmente, tem um caráter de aprendizado. O setor prepara-se para uma próxima onda de investimentos, quando então espera-se utilização mais intensa das novas formas de automação. Vale dizer que os baixos custos vigentes da mão-de-obra local constituem um forte empecilho aos grandes investimentos específicos à automação com base na ME (i.e. robotização) a serem feitos pelas montadoras. Quanto à produção brasileira de aeronaves, pode-se dizer que o padrão de uso das novas tecnologias está mais próximo da fronteira internacional no segmento de mercado em que ela atua. Por serem bastante específicos e sofisticados, os EAME aqui utilizados são, em grande parte importados, o que é facilitado por ser a produção fortemente concentrada numa só empresa estatal.

No complexo eletrônico, tanto na produção de equipamento de processamento de dados como na de telecomunicações, a difusão de EAME ainda é pequena, essencialmente devido à falta de escala que seria

necessária para compensar o elevado custo dos equipamentos. A prioridade para investimentos em EAME deverá estar voltada para assegurar melhoria dos padrões de qualidade.

IV.3 - Importância dos mercados externos e destino das exportações: Competitividade recente e perspectivas futuras

Para os setores analisados a importância dos mercados externos do complexo têxtil/vestuário tem sido tendencialmente crescente, em relação ao total da produção brasileira. As exportações dirigem-se principalmente para os países desenvolvidos e não dependem, até agora, do uso das novas formas de automação ME. Baseiam-se, isto sim, no baixo custo da mão-de-obra e no estabelecimento de canais de comercialização.

No setor têxtil as exportações cresceram bastante, particularmente a partir de 1983, chegando a 30% da produção total. Este nível deve-se em grande parte à evolução recente dos padrões cambiais, porém a tendência crescente é fruto também de um relativamente longo trabalho de busca e consolidação de mercado em todo o mundo por parte de empresas nacionais e poderá forçar um aperfeiçoamento técnico das empresas exportadoras. A competitividade deste setor não parece ameaçada, no curto prazo, pelos níveis de automação existentes, pois a difusão da base técnica ME interna permanece baixa, não produzindo diferenciações radicais em relação às vantagens comparativas brasileiras. Ao contrário, as perspectivas são de melhorar as exportações, devido ao aprendizado das empresas nacionais na conquista dos canais de comercialização.

No setor de vestuário, a parcela de exportação não é absolutamente determinante pois, apesar de crescente, não chega a 10% do valor total da produção. A posição exportadora, ainda que pequena, é razoavelmente sólida e não depende da difusão de EAME (que nos países desenvolvidos ainda é lenta). As exportações destinam-se principalmente à Europa e aos EUA, prendendo-se menos aos padrões de automação e mais à questão de marcas. Nota-se que o aumento das exportações deve-se especialmente à venda de produtos pouco sofisticados (como, por exemplo, biquínis).

Para os fabricantes de calçados a importância do mercado externo é ainda maior. Por exemplo, mais de metade da produção das empresas situadas em Franca, SP (maior pólo de produção de calçados masculinos no Brasil), destina-se à exportação, sendo que 85% destas dirigem-se aos EUA. Apesar do grande aumento das exportações (que entre 1980 e 1984 cresceu de 75%, em termos de números de pares), o setor parece estar mais ameaçado. Não apenas a difusão de EAME nas empresas locais é muito baixa e parece não ter qualquer correlação com os índices de exportação, como não há domínio sobre os canais de comercialização (nem assegurados os contratos de exportação via marca). Além disso, paira a possibilidade de restrições ao comércio exportador com os EUA impostas pelo governo daquele país.

Em suma, a competitividade internacional do complexo

têxtil/vestuário e calçados, que cresceu bastante nos últimos anos, não tem se apoiado na modernização do parque produtivo instalado e sim, basicamente, no custo da mão de obra, tornado ainda mais baixo pela política cambial do período.

Quanto aos setores analisados do complexo metal-mecânico as exportações são voltadas principalmente para nichos de mercado nos países desenvolvidos (no caso do setor automobilístico, é crescente o comércio intra firma feito pelas multinacionais que o dominam) e para países do terceiro mundo cujo mercado tem similaridades com o mercado brasileiro (logo a produção interna pode ser fácil e vantajosamente adequada àquela demanda). Os setores deste complexo têm tido desempenho competitivo internacional bastante diferenciado.

O setor produtor de máquinas ferramenta no Brasil que, dentro da base técnica eletromecânica, havia conquistado uma certa tradição no mercado internacional (exportando principalmente para o México, EUA e Irã, este mais recentemente) sofreu substancial redução de demanda externa. Entre 1980 e 1984 a parcela de exportações na produção total caiu de 17% para 11% e o volume caiu de US\$74 milhões para US\$20 milhões. As principais razões foram a crise financeira internacional que afetou particularmente clientes brasileiros do Terceiro Mundo (como o México, provocando o cancelamento de grandes encomendas e que levou inclusive uma grande empresa brasileira do setor à concordata) e o próprio aumento da concorrência externa, tendo em vista que as máquinas exportadas por produtores brasileiros eram equipamentos convencionais que se distanciaram bastante da fronteira tecnológica internacional caracterizada pela concentração em MFCN. Já as MFCN produzidas localmente ainda não têm escala de produção nem preços para serem competitivas no mercado internacional.

As perspectivas de recuperação de competitividade no setor não são boas no curto prazo, e dependem de uma substancial modernização e reestruturação das estratégias de produção, de modo a viabilizar reduções substanciais do custo dos EAKE produzidos no país. Particularmente no caso das MFCN, onde a capacidade produtiva local já é bastante razoável, as empresas locais parecem acomodadas em atender à crescente demanda do mercado interno, que é protegido por lei, e com preços bem maiores que no mercado internacional. A mencionada reestruturação de estratégias deve implicar em maior nível de automação na produção de pequenas séries, o que poderá fazer com que, à semelhança dos produtores internacionais, o atendimento de equipamentos sob encomenda pudesse ser feito pelas mesmas empresas que fornecem equipamentos padronizados, e vice versa.

A parcela da produção automobilística destinada ao mercado externo é crescente e já razoavelmente importante. Na década de 80 a percentagem de veículos exportados (principalmente para a América Latina, África e Ásia) ultrapassou o patamar de 20%, isto sem contar as exportações de peças e/ou subconjuntos de veículos comercializados intra firma e destinadas aos EUA e Europa. Este aumento das exportações é uma evidência da entrada da indústria automobilística local numa fase de maior integração com o mercado mundial.

A modernização e reestruturação organizacional e tecnológica

(tanto em termos de produto quanto em termos de processo), necessárias para que a produção automobilística local torne-se competitiva internacionalmente, começou no início desta década a partir de investimentos relativamente experimentais e pequenos, em termos globais. Novos e mais substanciais investimentos já estão previstos (é sendo realizados) trazendo perspectivas bastante otimistas quanto ao desempenho exportador do setor, em prazo não muito longo. As necessidades de manutenção da capacidade competitiva da indústria local em relação ao mercado internacional (a partir dos níveis atuais) não parece carecer de uma urgência desenfreada. Grande parte dos EAME necessários poderão ser supridos pela indústria local e tais equipamentos deverão objetivar, principalmente, o aperfeiçoamento dos padrões de qualidade dos veículos.

Para a produção aeronáutica brasileira o mercado exterior tem crescido de importância em todos os sentidos. Seja porque é importante para viabilizar os retornos dos investimentos em projetos de novas aeronaves, seja porque estimula "joint ventures" com empresas de países desenvolvidos. As exportações são dirigidas para nichos nos países desenvolvidos (onde a demanda de transporte por pequenas aeronaves de baixo consumo e fácil manutenção ainda existe) e para países do terceiro mundo, principalmente para América Latina.

A posição competitiva do setor internacionalmente tem sido conquistada paulatina e solidamente, e consubstanciada por um contínuo aperfeiçoamento dos padrões de produção e de qualidade, bem como um progressivo aumento dos níveis de automação encontrados na principal empresa brasileira (Embraer). As perspectivas de manutenção e mesmo incremento da competitividade são boas, e evidenciadas pela crescente sofisticação e qualidade das aeronaves produzidas. Soma-se a isso a tendência a associações de empresas nacionais com estrangeiras que, se por um lado promovem uma certa "abertura" da política nacional de informática, por outro lado têm sido feitas de modo a garantir efetiva transformação e consolidação de "know-how" e "know-why".

No complexo eletrônico, a importância relativa das exportações é pequena. No setor produtor de equipamentos de processamento de dados as exportações certamente não chegam a 10% do total produzido. Não existe, por parte de firmas nacionais, uma estratégia definida de exportações. Quando ocorrem, estas são dirigidas, em geral, para a América Latina (principalmente Argentina) e para os EUA (no caso de certos componentes ou mesmo produtos com alguma demanda lá mas cuja produção local foi desativada). Existe ainda o caso do comércio intra-firma de empresas multinacionais aqui instaladas. A parcela da produção de teleequipamentos que é exportada, é pequena. Faz parte do comércio "intra-firma" entre subsidiárias "nacionalizadas" e suas matrizes. Os principais mercados de exportação são, similarmente, a América Latina e os EUA (através de subcontratação de partes, geralmente com fornecedores de tecnologia).

A competitividade do complexo eletrônico brasileiro pode ser considerada crescente apesar de bastante aquém dos padrões internacionais de qualidade e custo. A prioridade para introdução de EAME deverá estar relacionada principalmente ao primeiro destes fatores e dependerá muito das escalas de produção alcançáveis. As

possibilidades de melhora na posição brasileira são complexas e, aparentemente, contraditórias. Poderão advir, de um lado, do próprio aprendizado tecnológico endógeno a uma indústria que se está constituindo no País (como a possível adoção de tecnologia SMD) e, de outro lado, devido a modificações na Lei Nacional de Informática que permitam criar atalhos ao desenvolvimento industrial e tecnológico no setor (como é o caso das "joint-ventures"). A grande questão é, sem dúvida, a perda de poder das empresas nacionais sobre um filão particularmente atraente de espaços de acumulação capitalista que, em última instância pode traduzir-se até em ameaça à própria soberania política da nação.

IV.4 - Considerações Finais

Após completar um ciclo de industrialização com base na eletromecânica a economia brasileira viu-se lançada numa crise econômica profunda, com uma dívida externa sem precedentes. A consolidação do parque industrial local comprovou-se pela resposta que deu à pressão exportadora no princípio da década de oitenta e pelo vigor da retomada do crescimento nos últimos dois anos. A crise implicou, como consequência, em maior exigência por aumento da eficiência econômica das empresas, frequentemente viabilizada através de melhor organização e/ou maior atualização tecnológica da produção.

Pela natureza e especificidade de cada complexo industrial, esta modernização tem sido mais ou menos importante e urgente. No complexo têxtil/vestuário e confecções as vantagens competitivas atuais não estão muito ameaçadas pela eventual defasagem tecnológica em relação à fronteira internacional. Dentre os setores analisados, o de têxtil, apesar das implicações menos radicais e profundas que as novas tecnologias ME podem aportar (por aliás já ter sua produção bastante automatizada em termos eletromecânicos), é o que tem mais nelas investido. Há reclamações devido à falta de oferta interna de equipamentos mais sofisticados que são então comprados no exterior, associados a planos de exportação. Vestuário e calçados poderão, no futuro, vir a sofrer pressões devido ao aumento do poder competitivo dos setores correspondentes localizados em países desenvolvidos, cuja tendência é promover automação com base na ME.

O perigo, todavia, não é iminente. Há tempo e meios para o setor no Brasil aperfeiçoar sua competitividade através de atualização tecnológica. O EAME de mais provável utilidade no curto prazo parece ser o CAD: otimiza o corte da matéria prima (peças de couro e de tecido) e minimiza o desperdício de matéria prima, que é elevado e representa uma parcela ponderável no custo total. A demanda por este tipo de EAME poderá ser, certamente, atendida por produtores locais.

Nos setores analisados do complexo mecânico os quadros individuais são diferentes. Em todos, a difusão de EAME já é significativa e fortemente crescente, apesar de estar em seus estágios iniciais. O setor de máquinas ferramenta foi o que respondeu mais rápido, sendo desde logo o maior usuário de MFCN. Apesar disso os custos dos seus produtos ainda são muito elevados, diminuindo sua competitividade internacionalmente que é frequentemente atribuída à

falta de escala ou a "overpricing" em um mercado protegido. De todo modo o setor carece de desenvolver e implementar novas estratégias de produção, produto e mercado. Existe capacidade local para isso e ela seria estimulada por políticas governamentais (industrial e tecnológica) específicas e integradas.

O setor automobilístico, multinacionalizado que é, e há 25 anos, desde sua implantação, criando uma cultura industrial local, não está tendo dificuldades em promover a transição para uma maior inserção junto aos circuitos globais de acumulação produtiva da indústria. A base produtiva está começando a ser impregnada pela ME, mas o principal motivo não é a redução de custos da mão-de-obra, que é barata, e sim o controle da qualidade do produto e do processo de produção. O potencial competitivo deste setor no Brasil é de tal ordem que não há necessidade de violar o espírito da Lei Nacional de Informática, que é de garantir que a demanda por EAME seja fundamentalmente suprida pela produção brasileira, desde que se aproximem minimamente dos padrões de custo e desempenho vigentes internacionalmente. Apesar de algo defasados, os produtos aqui produzidos podem, ao ser introduzidos, representar avanços incrementais, porém importantes, para manter a competitividade já existente. Outra questão importante refere-se ao tipo de acesso (e com que autonomia) a rede mundial de informações tecnológicas intra firmas, é viabilizada e acelerada pela base técnica ME. Em termos concretos, um exemplo: se o que uma estação CAD operada numa subsidiária brasileira poderá acessar numa outra estação semelhante situada na matriz da empresa multinacional. Em síntese, é possível esperar dos próximos investimentos, significativa expansão da capacidade e maiores níveis de automação ME que poderão ser quase que totalmente atendidos por empresas locais. A lenta satisfação das especificidades da demanda não deverá gerar grandes prejuízos à capacidade competitiva visto que, no longo prazo, a interação entre usuários e produtores de equipamentos poderá gerar um efeito sinérgico de aperfeiçoamento mais rápido dos produtos e seus processos de produção.

A produção de aeronaves é um caso à parte de sucesso empreendedor na indústria brasileira. Apesar de ainda depender de muitas importações de partes e subconjuntos estratégicos necessários à fabricação total do produto, já há localmente uma inegável "expertise" industrial para disputar um segmento reduzido e menos sofisticado do mercado internacional. Cabe dizer que a qualidade e capacidade de entrega têm servido de base para que os limites das especificações e do tamanho sejam sistematicamente superados. A modernidade tecnológica tem sido mantida em parte graças à especificação diferenciada de muitos dos EAME utilizados, o que justifica importação, aliás facilitada pela propriedade estatal. Por outra parte a demanda por EAME tem sido atendida também, sempre que possível, localmente. Vale ainda dizer que, "joint ventures" com empresas estrangeiras, têm sido empreendidas para fabricação de componentes "avionics" de modo a permitir acesso ao mercado de aeronaves mais sofisticadas.

Quanto ao complexo eletrônico existem algumas formas diversas pelas quais pode-se almejar um aumento de competitividade a

partir de capacitação tecnológica. A via da associação com empresas estrangeiras seria a mais rápida. As escalas poderiam crescer rapidamente e, com isso, viabilizar-se-ia a introdução de EAME que no Brasil tenderiam a ser aplicados em teste, controle de qualidade, na montagem de componentes, e no projeto do produto. Esta via teria o inconveniente de lesar a preservação da capacidade de criar tecnologia endogenamente. A outra opção implicaria uma preocupação secundária com o mercado externo no curto prazo, concentrando-se o destino da produção no crescente mercado interno e talvez em outros países de cultura semelhante (América Latina, por exemplo). O aprendizado seria assim suficiente para atender demandas do mercado interno e, quem sabe um dia poder pensar em cortar cuminho em igualdade de condições com os eventuais parceiros no mercado internacional. Quanto mais prolongada a reserva de mercado, melhor condicionadas estarão as firmas nacionais para negociar atividades e empreendimentos conjuntos com empresas de países desenvolvidos em igualdade de condições.

Finalmente, cabe tecer algumas considerações gerais a respeito das implicações da retomada do crescimento e do recente plano de estabilização da economia brasileira, sobre seus padrões interna, uma boa parte do esforço exportador será, naturalmente, redirecionado para o mercado interno. Após um período de adaptação e ajuste das empresas em busca de maior eficiência que possibilitasse a colocação de seus produtos no mercado externo, a estrutura industrial que supre o mercado interno resultou aperfeiçoada em termos técnicos e organizacionais. As empresas tornaram-se assim mais competitivas não só externamente como também internamente.

O crescimento econômico nos primeiros meses após o "pacote", entretanto, tem se mostrado ainda mais intenso. Isto tem levado a uma redução da capacidade ociosa do parque produtivo e, logo, sinalizando novos investimentos para sua expansão. Caso esta tendência ao crescimento seja mantida, uma boa parte destes possíveis investimentos deverá se materializar, provocando então, por conseguinte, uma retrealimentação do processo de modernização tecnológica.

Além do mais, uma das principais características do plano de estabilização foi o congelamento de preços, que provocou um reajuste das margens e estrutura de custos intra e interindustriais. Caso, como consequência, a inflação seja efetivamente detida e, por outro lado, também mantida a tendência de redemocratização do país, é de se esperar o início de um processo de redistribuição de renda em favor dos salários, que foram bastante aviltados nos últimos anos (basta dizer que, segundo dados do IBGE, a proporção dos custos de mão-de-obra em relação ao valor da transformação industrial caiu, entre 1980 e 1985, de 23,99% para 19,68%). Com isso, uma vez mais o peso do reajuste estrutural tenderá a recair sobre a tecnologia e os métodos de organização da produção, impulsionando a economia para evoluir no sentido de um novo padrão de competitividade industrial.

SECTOR	Impacto e nível de Difusão dos EAME internacionalmente	Difusão no Brasil	Importância do mercado externo	Principais destinos das exportações	Nível atual de competitividade ext. vis-à-vis anos anteriores	Perspectivas Futuras de manter ou melhorar esta compet. externa
TÊXTIL	Forte impacto sobre qualidade. Nível de difusão muito desigual.	Pequena, mas demanda crescente por EAME	Crescente e importante (cerca de 30%)	Europa e EUA	Crescente (a partir de 1983) mas não dependeu de EAME	Possíveis melhoras no curto-prazo, enquanto permanecer baixo o nível de difusão dos EAME no setor à nível internacional
VESTUÁRIO	Introdução recente com rápida difusão. Impactos fortes sobre pré-montagem e desenho de modelo	Incipiente	Crescente, mas não determinante (menos de 10%)	Países desenvolvidos (EUA e Europa)	Crescente (no caso de produtos de pouca sofisticação. Ex. biquínis); não depende de EAME	Posição sólida e tendência crescente à exportação, ainda que não dependa da difusão de EAME no curto prazo
CALÇADOS	Introdução recente com acentuadas perspectivas. Impactos fortes sobre pré-montagem e tingimento	Praticamente nula e pouca demanda por EAME. Alguma demanda por tratamento de couro	Grande (50%) e com forte poder sobre fabricantes nacionais	EUA (85%) principalmente	Crescente (houve um crescimento entre 80 e 84 de 75% em termos de número de pares) não dependeu de EAME	É um setor bastante ameaçado pela falta de domínio da comercialização e pelas restrições possíveis dos EUA
MÁQUINAS FERRAMENTA	Maior usuário relativo de EAME. Grande importância da flexibilidade para baixas escalas de produção e padrões regulares de qualidade	Introdução recente, mas relativamente significativa para o país. É natural e maior consumidor de MFCN. Ainda não ocorrem integrações de sistemas, Demanda crescente e razoavelmente atendida pela produção local	Forte queda dos níveis de exportação entre 1980 e 1984 (de 17% para 11%) (equipamentos distantes da fronteira tecnológica internacional)	Nichos de mercado com características similares ao brasileiro (3º Mundo: México, Irã, etc mas também EUA)	Entre 81 e 84 caiu de montante exportado devido a restrições à importação de MF por parte do México grande importador do BR	Não são boas no curto prazo. Depende de substancial reestruturação da produção do setor e particularmente redução de custo dos comandos ME
AUTOMOBILÍSTICA	Maior usuária de robos e grande usuária de demais EAME. Grande importância da flexibilidade para diversificação de modelos e manutenção de padrões de qualidade	Introdução recente e pouco significativa. Serve como experiência para níveis maiores de difusão associados a planos de investimentos futuros	Crescente e importante. Chegou a um patamar de mais de 20% sem contar exportações de subconjuntos e partes do carro mundial	Países desenvolvidos (EUA e Alemanha) partes e subconjuntos. Países da América Latina e Terceiro Mundo carro completo.	Crescente, dependeu de EAME para garantir melhor qualidade.	Possíveis melhoras na medida em que amadurecem os investimentos até aqui feitos em novas máquinas, equipamentos e métodos modernos de org. industrial
AERONÁUTICA	Setor exige tecnologia de ponta. Grande usuária relativa de MFCN e CAD desde logo. Grande importância para flexibilidade, automação em pequena escala e garantia de qualidade de partes e componentes	Recente, mas em nível relativamente significativo para o setor no país. Boa parte dos equipamentos por serem específicos e sofisticados ainda são importados. Utiliza-se CAD e próximo front.int.	Importante	Nichos de mercado nos países desenvolvidos (EUA, Inglaterra, Alemanha) e para os países do 3º Mundo (particularmente A. Latina)	Crescente, dependeu de EAME para garantir especificações precisas e manter padrões de qualidade	Perspectivas boas pela crescente sofisticação e qualidade das aeronaves produzidas e pela tendência à associação com empresas estrangeiras
COMPUTADORES (EPD)	Grande impacto de sistemas de montagem automática, teste e controle de qualidade em escalas elevadas. Muito importante a utilização de CAD no projeto	Pequena difusão devido à falta de escalas e elevado custo dos equipamentos	Pequena (inferior a 10%). Não há uma estratégia de exportação	América Latina (Argentina) e EUA	Crescente, dependeu de EAME para melhorar capacidade de projetos de "chips" e arquitetura de sistemas e maiores escalas p/reduzir custos	Possíveis melhoras (principalmente se houver um abrandamento na INI tal que estimule joint-ventures com empresas estrangeiras); vide obs. abaixo.
TELECOMUNICAÇÕES (equipamentos)	Idem em relação a computadores	Idem em relação a computadores	Pequena. Comércio "intra firma" entre as subsidiárias "nacionalizadas" e suas matrizes	América Latina; EUA (através de subcontratação de partes, geralmente com fornecedores de tecnologia)	Competitividade atual dos produtos é maior do que em anos passados, mas ainda aquém do padrão internacional (qualidade/custo)	Possíveis melhoras em função da política industrial e tecnológica, e a possível adoção da tecnologia "3M" e controles de qualidade automatizados.

BIBLIOGRAFIA

- A.D.LITTLE INC. (1983). *Future Information Processing Technology*, U.S. Department of Commerce.
- ABIMAQ/SINDIMAQ. (1985). *Pesquisa Industrial Máquinas-Ferramentas para trabalhar metais de corte e Carbanelas Metálicas*. Associação Brasileira e Sindicato Interestadual de Máquinas e Equipamentos.
- ABRAJEANS NOTÍCIAS, jul-ago. 1985. São Paulo, n.6.
- ALTSHULER, A. et alii. (1985). *The Future of the Automobile. The Report of MIT's International Automobile Program, Counterpoint*, London.
- ARAÚJO JR., J.T. e PEREIRA, V.,M.C. (1976). "Teares sem lançadeira na Indústria têxtil", in: *Difusão de Inovações na Indústria Brasileira: três estudos de caso*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES. Série Monográfica n. 24.
- BNDES (1986). *Proposta de política para apoiar a modernização e expansão do setor têxtil*. Relatório de pesquisa, Departamento de estudos. Rio de Janeiro, BNDES, maio.
- BRANDÃO Jr., D.S. (1985). *Normalização e Qualidade Industrial na área de Informática*, in SEMINÁRIO DE NORMALIZAÇÃO TÉCNICA E QUALIDADE INDUSTRIAL EM INFORMÁTICA. Rio de Janeiro, novembro.
- BRUNDENIUS, C. e GORANSSON, B. (1984). *Swedish Technology Transfer in the Telecommunication industry. A Case Study of Ericsson do Brasil*. University of Lund, Discussion paper n. 163.
- CDI/MIC (1983). *A Indústria de Calçados: Estrutura, Desempenho, Problemas 1980/81*. Brasília, MIC/CDI.
- CETIH (1979). "Perspectives de developement de la productivité dans le secteur de l'habillement de la CEE". Citado in *Facteurs et conséquences des innovations technologiques dans l'industrie de l'habillement*. Paris, GST/CNRS, 1982.
- CETIQT (1985). *Diretrizes para um programa de atualização tecnológica de Indústria têxtil e de confecção*. Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil - CETIQT, mimeo.
- COOPER, C. e HOFFMAN, K. (1981). *Transactions in Technology and implications for developing countries*. SPRU/IDS, Sussex University.
- CPE (1985). *Evaluation économique et sociale de PMIQ automatisées*. Paris, CPE, Ministère de la recherche et de la technologie.

- CRUZ, H.N. e BARROS, J.R.M. (1979). "Difusão tecnológica nas indústrias de calçados e têxtil de algodão". In *Pesquisa e Planejamento Econômica*. V.8, n.9, Ago. Rio de Janeiro.
- DADOS E IDÉIAS , jun. 1983. Rio de Janeiro.
- , set. 1985.
- DATA NEWS , 12 set. 1983.
- , 5 mar. 1985.
- , 19 mar. 1985.
- DIRIGENTE INDUSTRIAL (1984), v.XXV, n.5, maio, p.10.
- DUBOIS, P. e PARISI, G. (1982). *Le Défi Technologique dans L'industrie de L'Habillement*. Paris, CNRS/Paris 7.
- DYTZ, E. et alii. (1982). "A Política de comando Numérico de CAD/CAM e de Robótica no Brasil", in: *Anais da 2.ª Seminária de comando Numérico no Brasil*. São Paulo, SOBRACON.
- EMBRAER (1985). *Informações Gerais = 1985*. São José dos Campos, EMBRAER.
- ERBER, F. S. (1983). *Complexo Eletrônico: Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ. Texto para Discussão 19.
- ERBER, F. S. et alii. (1985). *Restrições Externa, Tecnologia e Emprego. Uma Análise do Caso Brasileiro*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, texto para Discussão n.76.
- FLEURY, A.C.C. (1985). *The Technological Behavior of State-Owned Enterprises in Brazil*. Geneva, ILO, mimeo.
- FLEURY, P. F. (1984). *Exportação, Inovação Tecnológica e Competitividade: Uma Análise dos Manufaturados Brasileiros*. Rio de Janeiro, COPPEAD/UFRJ, Relatório Técnico n. 73, mimeo.
- FOLHA DE SÃO PAULO , 6 jan. ; 20 fev. ; 26 jun. ; 6 nov. 1985. São Paulo
- FORESTER, T. (1985). *The Information Technology Revolution*. Cambridge, The MIT Press.
- FUNCEX (1984). *Setor Calçadista e o Mercado Externo*. Rio de Janeiro, mimeo.
- GAZETA MERCANTIL , 20 ago. ; 22 ago. 1985. São Paulo.
- GEIB, F. (1985) "SIMAC e IMS: Uma Avaliação Crítica", in *Tecnicaura*, v.7, n.5, set. Novo Hamburgo.
- GOMES NETO, J. (1982). *Mudanças Tecnológicas e Desempenho das*

Empresas Produtoras e Exportadoras de Calçadas. Rio de Janeiro, UFRJ, mimeo.

GORANSSON, B.O. (1984). *Enhancing National Technological Capability: The case of Telecommunications in Brazil. University of Lund. Suécia. Discussion Paper n.158.*

GUIMARÃES ESMANHOTO, L.M. (1983). "Computer Aid Design - Fundamentos e Tecnologia", in *Anais do I. Congresso Nacional de Automação Industrial = CONAL. São Paulo, SEI.*

HEWITT, T. (1986).. *Internalizing the social benefits of electronics: The Case Studies in the Brazilian Informatics and Consumer Electronics Industries. Brasília, OIT/CHRH/PNUD, mimeo.*

HOBDAY, M. (1984). *The Brazilian Telecommunications Industry: Accumulations of Microeletronic Technology in the Manufacturing and Service Factors. Rio de Janeiro, UFRJ/IEI. Texto para Discussão n.47.*

----- (1985). *The International Telecommunications Industry. The impact of microeletronica technology on products, processes and market structure. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ.*

HOFFMAN e RUSH (1984). *Microeletronics and Clothing. The impact of technical change on a global industry. SPRU/IDS, Sussex University.*

IBGE (1984). *Censo Industrial 1980: Dados Gerais, Brasil. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, n. 1.*

INFORMÁTICA HOJE , 25 mar.1985. São Paulo, p.11.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (1986). *Subsídios para uma política tecnológica para a indústria de calçadas. São Paulo, IPT.*

IPEA/CEPAL (1985). *Estrutura de Mercado. Tamanho da Firma e Exportação de Manufaturadas. Brasília, IPEA.*

IPESI ELETRO-ELETRÔNICA , jul-ago. 1985. São Paulo, Editora Brasileira de Informações Dirigidas.

KAPLINSKI, R. (1985). "Electronics-based Automation Technologies and the Onset of Systems Facture: Implications for the Third World", in: *World Development*. V.13, n.3. Março, Washington, D.C., Pergamon Press, p.423-440.

LAPLANE, M. F. e FERREIRA, C.K.L. (1985). *A indústria de equipamentos de automação industrial com base microeletrônica a nível mundial - situação atual e perspectivas. Relatório parcial de pesquisa da convênia SLI/MIC -EUJB-IEI/UNICAMP. dezembro. p.1-37.*

- LEITE, E.M. (1985). "Novas Tecnologias, Emprego e Qualificação na Indústria Mecânica", in: *Anais do 2.º COMAI*. São Paulo, SEI, Novembro.
- LEITE, E.M. et alii. (1984). *Automação Microeletrônica na Indústria. Subsídios à Pesquisa*. SENAI - DIPEA/SP, Dezembro.
- MAQUINAS E FERRAMENTAS (1983). Ano 4, n.5, outubro, p.17.
- MAQUINAS E METAIS (1984). Out., p.13.
- MORANO Jr., V. e CRUZ, L.O.L. (1985). "Controladores Lógicos Programáveis: uma aplicação em posicionamento". Metal Leve Controles Eletrônicos Ltda., in *Anais da 5.ª Seminária de CN na BRASIL*. São Paulo, SOBRACON, agosto.
- O'CONNOR, D. (1984). *Global Trends in Electronics: Implication for Developing Countries*. Washington, D.C., The World Bank.
- PC-MUNDO, mar. 1986. Rio de Janeiro, v.II, n.8, p.47-49.
- PELIANO, J.C.P. (1986). "O Lançamento dos Montadores", in: *Revista Nacional de Telemática*. São Paulo, janeiro, p.23.
- PELIANO, J.C.P. et alii. (1985). "Estudo de Caso na Montadora A de Automóveis". Projeto Impactos Sociais da Tecnologia Microeletrônica na Indústria Brasileira, OIT/IPEA, Brasília, julho, mimeo.
- (1986). "Estudo de caso na Montadora B de Automóveis". *Ibid*, janeiro.
- PERINE, L. (1985). *Competitividade das Equipamentos Periféricos Nacionais: Unidades de disco (drive)*. Rio de Janeiro, IEL/UFRJ. texto para Discussão n.75.
- RATTNER, E., (org.) *Educação e Difusão de Máquinas-Ferramenta de Comando Numérico no Brasil*. Relatório de Pesquisa n.20. São Paulo, EASESP - FGV.
- REVISTA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, abr.1984. São Paulo.
- set. 1984, p.49.
- mar. 1985, p.49.
- REVISTA NACIONAL DE TELEMÁTICA, fev. 1986. São Paulo, n.82, p.32-33.
- RUAS, R. (1984). "O Processo de Trabalho na Indústria de Calçados no Rio Grande do Sul". In *Ensaías EEE 5(1)*. Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística.

- SCIBERRAS, E. e PAYNE, B.D. (1985). *Machine Tool Industry - Technical Change and International Competitiveness*. London, The Technical Change Centre.
- SCHMITZ, H. et alii. (1984). *Projeto Impactos Econômicos e Sociais da Tecnologia Microeletrônica na Indústria Brasileira: hipóteses de trabalho*. Brasília, IPEA/CHRH, nov., mimeo.
- SEI. (1983). *Parque Computacional Instalado*. Boletim Informativo, Brasília, SEI.
- SHAIKEN, H. (1980). *The Impact of Microprocessors*. Berlin, II CSR.
- (1984). *Computerized Manufacturing Automation*. Washington, OTA, junho.
- SILVA, M.E. (1984). *Inovação Tecnológica: um estudo de caso*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Econômicas, USP.
- STEMMER, C.E. (1985). *'Panorama de Automação Industrial no Brasil'*, in: *Anais do 5.º Seminário de CN no Brasil*. São Paulo, SOBRACON, 13-15 Agosto.
- TAUILE, J.R. (1984a). *Employment Effect of Microelectronic Equipment in the Brazilian Automobile Industry*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ. *Texto para Discussão*, n.64.
- (1984b). *Microelectronics Automation and Economic Development: The Case of Numerically Controlled Machine Tools in Brazil*. PhD Thesis. New York, New School for Social Research, p.52.
- (1985). *'Aspectos Sociais da Automação Industrial'*. in *Boletim SQBRACON*, Setembro/Outubro, n.23, p.16-18.
- (1986). *Automação e competitividade: uma evolução das tendências internacionais*. Relatório de Pesquisa OIT/CHRH-PNUD. Rio de Janeiro, abril.
- TAVARES, S. (1984). *Informática e Eletrônica na produção: o nascimento da productique*. Paris, Embaixada do Brasil - Setor de Ciência e Tecnologia. Série Monográfica, n.2.
- (1985). *Automação da produção em indústria tradicional: a aplicação do laser na indústria de calçados*. Paris, Embaixada do Brasil. Setor de Ciência e Tecnologia. Série Monográfica n.3.
- TIGRE, P.B. (1984). *Computadores brasileiros: Indústria, Tecnologia e Dependência*. Rio de Janeiro, Campus.
- (1986). *Perspectivas da Indústria Brasileira de Computadores na Segunda Metade da Década de 80*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ, texto para discussão n.89.

- TIGRE, P.B. e PERINE, L. (1984). *Competitividade das Microcomputadores Nacionais*. Rio de Janeiro, IEI/UFRJ. Texto para Discussão n. 60.
- UNIDO (1983). *Survey of Government Policies in Informatics*. s.l. April.
- WAJNBERG, S. (1984). "A indústria eletrônica brasileira. Situação em 1984". in: *Telebrasil*, suplemento especial.
- WATANABE, S. (1984). "Microelectronics and Employment in the Japanese Automobile Industry". in: *Working Paper, Technology and Employment Programme*. Geneva, maio.
- WEIL, V. (1982). *Information Systems in the 80's*. s.l., Erentice Hall.

