

FLÁVIO MARCÍLIO RABELO

AUTOMAÇÃO, ESTRUTURA INDUSTRIAL E GESTÃO DA MÃO-DE-
OBRA : O CASO DA INTRODUÇÃO DAS MÁQUINAS-FERRAMENTAS
COM COMANDO NUMÉRICO NA INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA

*Este exemplar
corresponde ao original
do livro defendida pelo alu.
Flávio Marcílio Rabelo em
27.04.89 e orientada pelo
Dr. Mario Luiz Possas.*

Mario Luiz Possas

Flávio Rabelo

Dissertação de Mestrado em Economia
apresentada ao Instituto de Econo-
mia da Universidade Estadual de
Campinas, sob a orientação do
Professor Mario Luiz Possas.

Campinas, 1989

"Menschliche Vollkommenheit und
technische Perfektion sind nicht zu
vereinbaren. Wir muessen, wenn wir
die eine wollen, die andere
zum Opfer bringen."

(Ernst Juenger, *Glaeserne Bienen*)

Aos meus pais, pelo exemplo de seriedade e dedicação à vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Duas pessoas foram essenciais para a realização desta dissertação. Mario Luiz Fossas, meu orientador, fez-me perceber a necessidade de unir o rigor à criatividade. Leda Gitahy acompanhou toda a pesquisa de campo e discutiu, passo a passo, os resultados obtidos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) concedeu-me uma bolsa por 22 meses para a elaboração deste trabalho.

Toda a pesquisa foi desenvolvida no Núcleo de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da UNICAMP. Desfrutei aí da experiência e colaboração de vários professores e colegas. Sou especialmente grato a Maria da Conceição Costa, pela sua ajuda no tratamento das questões mais sociológicas, e a Jorge Tapia.

O Dr. José Ernesto P. Monteiro, diretor-presidente da ESCA, - Engenharia de Sistemas de Controle e Automação - forneceu-me um auxílio indispensável no sentido de compreender os conceitos básicos de automação industrial.

Encontrei um constante incentivo à minha formação acadêmica no Prof. Paulo Brandão da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia.

Importante ainda foi o apoio dos meus colegas do Mestrado em Economia do IE-UNICAMP: Elba Rego, Antonio Licha e José

Gabriel Forcile.

Já a gratidão e a amizade que tenho pelo Dr. John C. Lane e sua família são difíceis de serem expressas aqui.

Sou grato às empresas que colaboraram com esse trabalho, as quais, por motivo de sigilo, estou impedido de citar.

Maria Regina Rondinelli, Valentina Buainain e Roberto Leite do Canto, do Setor de Apoio Computacional do IG/UNICAMP, tiveram paciência suficiente para ensinar-me a utilizar os recursos da informática. Amasila Amélia Cardoso digitou, com esmero, as tabelas presentes nesta dissertação.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	i
CAPÍTULO 1 - INOVAÇÃO, COMPETITIVIDADE E ESTRUTURA DO MERCADO DE TRABALHO	
Introdução	1
1.1. Inovação e Competitividade	3
1.1.1. Inovação entre Pequenas e Médias Empresas	14
1.2. A Questão da Descentralização Industrial	20
1.3. As Redes de Subcontratação e Transferência de Tecnologia	30
1.4. Tecnologia, Qualificações e Mercado de Traba- lho	37
Notas ao Capítulo 1	44
Apêndice ao Capítulo 1	46
CAPÍTULO 2 - OS ASPECTOS TECNOLÓGICOS	
Introdução	52
2.1. Conceitos Básicos sobre Automação Industrial	53
2.2. Tecnologia Empregada na Metal-Mecânica	60
2.3. Máquinas-Ferramentas e a sua Operação	65
2.4. Uma Visão Sistêmica da Automação Industrial	80

Notas ao Capítulo 2	93
Apêndice ao Capítulo 2	95

CAPÍTULO 3 - EXPERIÊNCIAS COM O USO DE MFCNs : IM- FACTOS SOBRE QUALIFICAÇÃO, EMPREGO E COMPETITIVIDADE

Introdução	107
3.1. O Emprego das MFCNs nos Países Industrializa- dos	109
3.2. Exemplos da América Latina : Argentina e México	131
3.2.1. A Experiência Argentina	131
3.2.2. A Difusão de MFCNs no México	136
3.3. O Uso das MFCNs no Brasil	141
Notas ao Capítulo 3	165
Apêndice ao Capítulo 3	166

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

Introdução	175
4.1. Situação Recente da Indústria Mecânica e da de Autopeças	177
4.1.1. A Indústria Mecânica	177
4.1.2. Autopeças	184
4.2. As Empresas Subcontratadas	188
4.3. Médias Empresas com Produção Própria	200
4.4. As Grandes Empresas	211

4.4.1. Setor de Autopeças	211
4.4.2. Produtoras de Máquinas-Operatrizes	220
4.4.3. A Empresa Aeronáutica	224
4.4.4. A Fabricante de Produtos para Circuitos Hidráulicos	227
Notas ao Capítulo 4	231
Apêndice ao Capítulo 4	232
CONCLUSÃO	258
BIBLIOGRAFIA	270

INTRODUÇÃO

O objetivo inicial dessa pesquisa era analisar os impactos da difusão das Máquinas-Ferramentas com Comando Numérico (MFCNs) sobre a estrutura do mercado de trabalho na indústria metal-mecânica do Estado de São Paulo. Pretendia-se discutir de que modo esta nova tecnologia afetava o nível de qualificação da mão-de-obra empregada nesta indústria, as políticas de seleção e treinamento das empresas e, ainda que superficialmente, o volume de emprego. Uma das premissas adotadas era que os efeitos sobre o mercado de trabalho não poderiam ser adequadamente tratados sem abordar a estrutura da indústria, onde as empresas introduzindo as novas tecnologias estavam inseridas.

Quando a amostra das empresas estava sendo composta, pensou-se em dividi-las não só por setor, mas também pelo porte. A idéia era cobrir uma lacuna existente na maioria dos trabalhos sobre a difusão de novas tecnologias na indústria brasileira: o papel das pequenas e médias empresas. Essa questão era de particular interesse no caso das MFCNs, já que uma série de estudos na Europa e no Japão apontavam para a crescente difusão da tecnologia do Comando Numérico entre empresas deste porte. Outra consideração de peso é o fato da maior parte da mão-de-obra da indústria metal-mecânica estar empregada nas pequenas e médias empresas.

A partir das visitas realizadas a pequenas empresas usuárias de MFCNs surgiu uma das indagações teóricas principais desta pesquisa e que não era objeto do projeto original. Observou-se que muitas das pequenas e médias empresas mais avançadas no emprego de máquinas CN atuavam como prestadoras de serviços de usinagem. Colocou-se, então, a seguinte pergunta : até que ponto os esquemas de subcontratação presentes na indústria metal-mecânica estimulam as empresas subcontratadas a adquirirem MFCNs ? Na verdade, tratava-se de uma questão mais ampla, relacionada com o debate em torno da descentralização da atividade produtiva. Existem inclusive trabalhos argumentando que as novas tecnologias de automação flexível de base microeletrônica aumentam a viabilidade econômica de uma produção descentralizada.

Chamava a atenção, por outro lado, o grau de verticalização das grandes empresas da amostra e a dificuldade, por elas alegada, de encontrar prestadoras de serviços de usinagem à altura de seus requisitos de qualidade.

Isto é relevante, na medida em que um elevado grau de verticalização na metal-mecânica pode prejudicar a competitividade das empresas a nível internacional. Uma produção descentralizada, organizada eficientemente, muitas vezes resulta numa substancial redução do custo do produto final da indústria.

Sem descuidar dos impactos sobre a mão-de-obra e o emprego, a pesquisa acabou assumindo também esta problemática. Vale notar que estes dois temas estão intimamente associados. Alterações na estrutura da indústria metal-mecânica - um movimento em direção a uma maior descentralização, por exemplo - irá certamen-

te repercutir sobre a forma como se organiza o mercado de trabalho.

O Capítulo 1 lida com algumas questões teóricas mais gerais, ligadas à inovação, competitividade e estrutura do mercado de trabalho. Procura-se analisar o papel da inovação tecnológica na estratégia concorrencial das firmas e o modo como a teoria econômica pode incorporar, de forma dinâmica, o papel da inovação. Adota-se fundamentalmente o referencial neo-schumpeteriano. Discute-se ainda a questão da descentralização industrial, em especial as redes de subcontratação, e sua relação com a difusão de novas tecnologias.

Como o trabalho utiliza vários termos técnicos, nem sempre acessíveis ao público não especializado, o Capítulo 2 foi dedicado à apresentação dos aspectos mais propriamente tecnológicos deste estudo.

No capítulo seguinte, faz-se uma discussão da literatura referente ao uso das MFCNs e de seus impactos sobre a mão-de-obra e a competitividade das empresas ao nível de alguns países industrializados, da América Latina e do Brasil.

Finalmente, no Capítulo 4 são apresentados os resultados da pesquisa de campo.

CAPÍTULO 1 : INOVAÇÃO, COMPETITIVIDADE E ESTRUTURA DO MERCADO DE TRABALHO

INTRODUÇÃO

O propósito deste capítulo é apresentar as questões teóricas mais gerais que perpassam o conjunto deste estudo.

A primeira seção trata do processo de inovação em seus contornos mais amplos, destacando a sua relação com a competitividade industrial. As firmas inovam para tornarem-se mais competitivas; é importante, pois, ter um referencial mínimo que nos ajude a explicar o modo como a mudança técnica influencia a posição competitiva da firma e da indústria. Há um cuidado especial em analisar a situação das pequenas e médias empresas frente à inovação.

O nosso interesse especial pelas pequenas e médias empresas (PMEs) deve-se a vários fatores. A proposta inicial de pesquisa era estudar os impactos da difusão de máquinas-ferramentas com comando numérico na indústria mecânica sobre a estrutura do mercado de trabalho. Aconteceu, porém, que um dos aspectos que mais nos chamou à atenção ao longo da pesquisa de campo foi a relativa difusão dessas máquinas entre PMEs. Esse fato merece des-

taque dado que a grande maioria da mão-de-obra da indústria mecânica encontra-se empregada em empresas deste porte. Uma inovação, portanto, que venha a difundir-se entre elas terá potencialmente um impacto bem maior sobre o mercado de trabalho do que uma ainda restrita às empresas de grande porte.

Essa preocupação conduziu-nos, por sua vez, à questão da descentralização da atividade industrial e sua relação com as novas tecnologias. Uma das formas sob as quais este processo de descentralização se verifica, sobretudo na metal-mecânica, e que tem estreita ligação com processos de transferência de tecnologia é a subcontratação. A perspectiva teórica adotada é que os impactos de uma determinada tecnologia sobre o mercado de trabalho não podem ser compreendidas sem se analisar o impacto desta tecnologia sobre a estrutura industrial. Destes pontos ocupam-se as seções dois e três deste capítulo.

A quarta seção, por fim, está dedicada aos efeitos mais propriamente sociais das novas tecnologias. Recontruiu-se, ainda que brevemente, o debate em torno da desqualificação da força de trabalho com o advento da automação industrial de base microeletrônica. Discute-se também algumas abordagens "dualistas" a respeito da ação da mudança tecnológica sobre o mercado de trabalho.

1.1. INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

A natureza do fenômeno da inovação e do seu processo de difusão podem ser tratadas de diversas maneiras. De fundamental importância é a relação entre mudança tecnológica e estrutura industrial. Pode-se mesmo dizer que com esta questão aproximamo-nos de uma região de fronteira da teoria econômica. Os primeiros estudos a este respeito estavam, em grande parte, voltados para o problema de se algumas características particulares dos mercados, tais como o tamanho das firmas e o grau de concentração, mostravam-se mais apropriadas que outras à introdução de inovações. O critério básico para se avaliar a propensão das firmas à inovarem era o dispêndio destas em P&D. Os avanços no estudo das estruturas de mercado, contudo, mostraram o inconveniente de tomar estas estruturas como um dado exógeno às firmas, a partir do qual estas estabeleceriam suas estratégias e avaliariam seu desempenho. A linha teórica mais promissora parece ser aquela que procura compreender como interagem dinamicamente as mudanças tecnológicas e a estrutura industrial. Não se está, assim, restrito ao estudo de como as estruturas de mercado condicionam o ritmo das inovações; a atenção volta-se agora também para o modo como a mudança tecnológica atua sobre a estrutura industrial.

O passo inicial é a determinação de algumas regularidades na maneira como as firmas lidam com as inovações tecnológi-

cas; rotinas, por assim dizer, que se encaminham pela "linha de menor resistência". Dois conceitos úteis para este esforço foram os de regimes tecnológicos e trajetórias naturais, elaborados por Nelson e Winter (1977). Partindo da observação da existência generalizada de assimetrias entre as firmas, eles procuraram fornecer os elementos necessários à construção do arcabouço teórico adequado à análise dessas assimetrias, como elas se formam, se consolidam e se transformam ao longo do tempo. Essas assimetrias estão, por sua vez, estreitamente vinculadas ao processo de concorrência entre as firmas, e nesse processo, a capacidade inovativa representa um dado fundamental, pelo menos dentro de um referencial Schumpeteriano, como é o desses autores. A explicação dessas assimetrias requer, conseqüentemente, uma teorização da inovação. Esta teorização encontra, porém, um desafio razoável no caráter profundamente incerto da mudança tecnológica. É preciso, pois, demonstrar a existência de algumas regularidades no processo para que tal teorização torne-se factível. A hipótese levantada por Nelson e Winter é a de que no modo como as firmas lidam com a inovação tecnológica está embutida uma heurística, no sentido de que "a atividade tem uma meta e um conjunto de procedimentos para identificar, selecionar e estabelecer-se num caminho promissor para atingir esta meta ou chegar perto dela" (Nelson e Winter, 1977, pag.52).

Propõem a idéia de trajetória natural em conexão com uma certa lógica interna própria do avanço tecnológico, o qual não tende a adaptar-se simplesmente às condições cambiantes de custo e demanda. Essas trajetórias, por sua vez, relacionam-se a

tecnologias particulares ou a "regimes tecnológicos": a gama de possibilidades de avanço, mesmo que apenas potenciais, vislumbra-da naquela tecnologia específica. Os regimes tecnológicos delimitam, pois, o espaço das trajetórias. É com base nestes conceitos que estes dois autores desenvolveram uma teoria evolucionista da inovação (Nelson e Winter, 1982).

Se por um lado podemos falar de rotinas e trajetórias no processo de inovação, por outro, não podemos esquecer a sua natureza profundamente incerta. Em geral, como diz G. Dosi (1986, pag. 7), a incerteza associada às atividades inovadoras é muito mais acentuada do que aquela familiar à modelagem econômica. Ela não envolve apenas a falta de conhecimento quanto aos custos exatos ou diferentes resultados alternativos, mas também um desconhecimento de quais são essas alternativas. Tratando-se, assim, de um processo tão complexo e incerto, mas sujeito a certo grau de rotinização, o sucesso de uma inovação é condicionado de forma significativa pelos dispositivos organizacionais particulares de cada firma (Rothwell et al., 1974 citado por Dosi 1986).

Dosi desenvolveu um modelo semelhante em muitos pontos ao de Nelson e Winter, só que mais voltado para a explicação da constituição e das mudanças na estrutura industrial; um "modelo estrutural fraco", como ele o denomina (Dosi, 1984). O modelo parte também da discussão das assimetrias entre as firmas e introduz três importantes noções para a sua explicação: a) o caráter cumulativo do progresso técnico; b) a idéia de oportunidade tecnológica; e c) o grau de apropriação privada dos efeitos de uma inovação. Essas noções são, então, integradas às contribuições

recentes no campo de estudo das estruturas de mercado. Buscando igualmente identificar certas regularidades no processo de difusão das inovações, este autor introduz os conceitos de paradigma tecnológico e trajetória tecnológica, em analogia com os paradigmas científicos de Kuhn, e que constituem uma versão mais rigorosamente definida da idéia de regime tecnológico e trajetória natural (Dosi 1982).

Na verdade, cada tecnologia caracteriza-se por uma divisão de forças distinta entre as três formas básicas de acumulação tecnológica, quais sejam : a) processos de busca economicamente dispendiosos e formalizados (tipicamente P&D); b) processos informais de difusão de informação e capacidade tecnológica (através de publicações, associações técnicas, processos "veja-e-aprenda", mobilidade de pessoal, etc.); c) aquelas formas particulares de "externalidades", internalizadas em cada firma, associadas como o "*learning-by-doing*" e o "*learning-by-using*". A natureza cumulativa da inovação tecnológica explica também, em parte, por que a mudança técnica não ocorre ao acaso. Em primeiro lugar, temos que, apesar da considerável variação com respeito a inovações específicas, as direções da mudança técnica são frequentemente definidas pelo estágio das tecnologias já em uso. Acrescente-se a isso o fato de que a probabilidade de que firmas, organizações e países realizem avanços tecnológicos é, entre outras coisas, uma função dos níveis técnicos já alcançados por eles (Dosi 1986, pag. 9).

A própria prática usual das firmas comprova este caráter cumulativo. Elas geralmente procuram melhorar e diversificar

sua tecnologia realizando processos de busca em áreas que lhes permitam tirar vantagem da sua base tecnológica existente. Pode-se afirmar, portanto, que o próprio processo de busca tecnológica possui uma natureza cumulativa. As realizações passadas de uma firma em termos de lidar com inovações tecnológicas condicionam fortemente os seus sucessos - ou insucessos - futuros. É preciso considerar que o grau de sucesso técnico ou comercial dos processos de busca tecnológicos empreendidos pelas firmas não depende unicamente da quantidade de recursos destinados, mas também a) da estrutura organizacional das atividades inovativas; b) das capacitações tecnológicas já acumuladas por cada firma; e c) da eficiência dos métodos e da heurística dos processos.

A taxonomia dos setores produtores e usuários de inovações proposta por Pavitt (1984) ajuda a clarificar a relação entre difusão de inovações tecnológicas e estrutura industrial. Quatro tipos básicos de setores são apresentados :

(i) Setores dominados pelos fornecedores - Nesse caso, a maior parte das inovações são de processo e se expressam no equipamento ou nos insumos intermediários. Além do mais, essas inovações têm sua origem em firmas cuja principal atividade está fora do setor em questão. Exemplos de indústrias dominadas pelos fornecedores são a têxtil, vestuário, gráfica, etc. Nestes setores, a inovação consiste fundamentalmente na difusão de bens-de-capital de maior eficiência e de insumos intermediários inovadores produzidos por firmas cuja principal atividade não é a do setor.

(ii) Setores intensivos em escala - As inovações nesses setores referem-se tanto a processos quanto a produtos. As atividades

produtivas geralmente envolvem o domínio de sistemas complexos (e, frequentemente, a manufatura de produtos complexos); as economias de escala de vários tipos (na produção, projeto, P&D, etc.) são significativas; as firmas tendem a ser grandes, produzir uma alta proporção de sua própria tecnologia de processo, alocar uma proporção relativamente alta de seus recursos à inovação e tendem a integrar verticalmente para a produção do seu próprio equipamento. Esse grupo inclui as indústrias de equipamento de transporte, diversos bens duráveis de consumo elétricos, metalurgia, vidro e cimento.

(iii) Fornecedores especializados - Nesses setores, as atividades inovativas estão ligadas basicamente à inovação de produtos, os quais entrarão em outros setores como insumos de capital. As firmas tendem a ser relativamente pequenas, mantêm bastante contato com seus clientes e possuem conhecimento especializado de projeto e construção de equipamento. Nesse grupo está a indústria mecânica e a produtora de instrumentos.

(iv) Setores baseados na ciência - A inovação, nestes setores, está diretamente vinculada aos paradigmas tecnológicos viabilizados pelos avanços científicos. Mais ainda, as atividades inovadoras são formalizadas nos laboratórios de P&D; uma alta proporção de suas inovações de produto entra em uma vasta gama de outros setores como insumos intermediários ou de capital. As firmas tendem a ser grandes (com exceção de empreendimentos "Schumpeterianos" novos e produtoras altamente especializadas). Neste grupo inclui-se a indústria eletrônica e a maior parte das indústrias químicas.

A inovação pode também ser analisada a partir de uma abordagem organizacional-gerencial. Esta caracteriza-se por analisar o processo inovador a partir da perspectiva da firma individual. Duas considerações devem ser feitas de início :

(1) O cuidado para não restringir o conceito de inovação ao de inovação tecnológica. O essencial para caracterizar-se algo como uma inovação é que garanta uma significativa elevação da eficiência global da firma. Neste sentido, dentro do conceito de inovação poder-se-ia englobar fenômenos tão distintos quanto a introdução de novos produtos e processos e a adoção de novos modelos organizacionais.

(2) A introdução de uma inovação resulta numa alteração do "equilíbrio interno da empresa". Afeta-se a relação entre as várias áreas funcionais da firma (compras, produção, engenharia, etc.), necessitando-se um esforço no sentido de permitir uma reorganização dessas áreas, capaz de tirar o melhor proveito possível da inovação.

O que se procura é salientar as condições internas das empresas como um dos determinantes do processo de difusão. O problema é que esse tipo de análise acaba conferindo uma amplitude demasiada ao conceito de inovação, ao ponto de tornar-se difícil distingui-la de outras estratégias concorrenciais da firma. Além do mais, essas abordagens frequentemente resvalam para lugares comuns do gênero : "O sucesso de uma inovação não depende tanto de sua originalidade, mas da habilidade da firma em avaliar a tempo os requerimentos emergentes ou latentes do mercado e coor-

denar a estratégia mais conveniente para alcançar o objetivo desejado com a maior velocidade e precisão possíveis" (Rispoli & Volpato, 1986, pag. 6).

A importância da inovação para a firma individual reside basicamente no aumento da vantagem competitiva que ela pode proporcionar. Ora, uma vez que as firmas apresentam modelos organizacionais e maturidade tecnológica distintos, é de se prever que surjam assimetrias no que se refere aos ganhos obtidos com uma mesma inovação. Como já foi discutido anteriormente, algumas empresas estarão melhor equipadas para extrair os benefícios de uma inovação do que as demais. A capacidade de que uma firma dispõe, seja em termos de recursos humanos seja quanto à estrutura organizacional, determina, em larga medida, os impactos que uma inovação terá sobre ela.

O aspecto fundamental numa abordagem econômica da inovação tecnológica é o papel desta no processo concorrencial. Embora seja notório que a tecnologia é um dos mais importantes alicerces deste processo, a relação entre tecnologia e concorrência nem sempre é bem compreendida. Sem querer repetir o óbvio, há de considerar-se que a inovação tecnológica, do ponto de vista da firma, não é um valor em si, mas sim um meio de aumentar a sua competitividade. Vista sob este prisma, a mudança tecnológica só se torna relevante na medida em que afeta a vantagem competitiva das firmas e a estrutura da indústria.

Antes de prosseguir no estudo específico da relação entre tecnologia e concorrência, cabe precisar melhor o conceito de vantagem competitiva. Esse esforço exige que se proceda um estudo

mais desagregado da firma, isto é, que se encare esta como um conjunto de atividades interligadas orientadas para um determinado fim.

No processo de concorrência as firmas determinam estratégias genéricas e cada uma das atividades que a firma desempenha pode criar a base de uma dessas estratégias. Porter fala de quatro estratégias genéricas seguidas pelas firmas : liderança de custos, diferenciação, foco em custos e foco em diferenciação. As duas últimas referem-se ao esforço da firma em ajustar-se a um segmento ou nicho específico do mercado e a modelar suas atividades de acordo com os requisitos deste nicho.

Aproximamo-nos assim do conceito de um sistema de negócios ("*business-system*"), onde a firma surge como um conjunto de atividades desempenhadas no intuito de projetar, produzir, fazer o marketing, entregar e dar suporte a um produto. Necessita-se, pois, de um instrumental de análise que permita captar de modo sistêmico a maneira como essas atividades são desempenhadas e se interligam. Porter oferece-nos a noção de "cadeia de valor". Como está ilustrado na tabela 1.1.1. , a cadeia de valor da firma compõe-se de nove atividades genéricas (entre as primárias e as de suporte), atividades estas que estão ligadas, de um modo característico a cada firma, entre si e com as atividades dos fornecedores, intermediários e compradores. Trata-se, porém, de um conceito de validade analítica duvidosa, na medida em que nada acrescenta às ideias óbvias acerca do comportamento de uma firma. Atesta-se, mais uma vez, a dificuldade das abordagens gerenciais de teorizarem além das simples generalizações.

A seguir, a análise recorre a um raciocínio algo tautológico. Afirma-se que sendo a firma uma coleção de atividades, pode-se dizer que ela é também uma coleção de tecnologias, dado que a realização de cada uma dessas atividades incorpora uma ou várias tecnologias (vide tabela 1.1.2.). Para captar o efeito de uma inovação tecnológica sobre a competitividade de uma firma é preciso levar em conta que a tecnologia perpassa toda a cadeia de valor e se estende além das tecnologias associadas diretamente ao produto da firma. A tecnologia ligada aos sistemas de informação é bastante ilustrativa desse aspecto. Na medida em que a execução de cada atividade da firma requer informações e também as gera, qualquer mudança técnica na forma como essas informações são processadas repercute em cada uma dessas atividades e, em especial, na forma como são interligadas. De fato, a possível relação entre as tecnologias envolvidas em cada uma das atividades da cadeia de valor constitui uma das fontes dos elos existentes entre elas.

Uma das consequências deste último aspecto é que a escolha tecnológica realizada pela firma em uma etapa da cadeia de valor condiciona até certo ponto a trajetória tecnológica que irá seguir nas demais. E como a firma não é uma unidade isolada no mercado, a sua opção em termos de tecnologia afeta ainda seus elos com seus fornecedores e clientes.

Observa-se, portanto, que o estudo da relação entre inovação tecnológica e concorrência passa por um conceito de tecnologia mais amplo; devemos ir além do desenvolvimento tecnológico realizado tradicionalmente pelo P&D da empresa e mais ligado ao seu produto específico. No caso da petroquímica, por exemplo, sa-

be-se que grande parte das pesquisas conduzidas pelas empresas referem-se ao desenvolvimento de novos catalizadores. Os progressos na microeletrônica, contudo, permitiram grandes ganhos via a otimização dos processos através do desenvolvimento de Sistemas Descentralizados de Controle Distribuído (SDCD). Trata-se aí de um desenvolvimento exterior ao P&D da maioria das empresas, mas que repercute sobre sua competitividade. Um outro exemplo seriam as inovações introduzidas nos serviços de escritório das empresas. Embora pareçam tratar-se de atividades secundárias, a agilização dessas tarefas garante sensíveis melhoras na eficiência das empresas.

Segundo o referencial de Porter, pode-se dizer que a tecnologia influi sobre as vantagens competitivas de uma firma na medida em que afeta a posição de custos e a capacidade de diferenciação da mesma. Esta ação da mudança tecnológica sobre a vantagem competitiva de uma firma pode dar-se ainda de um modo indireto, isto é, quando a tecnologia afeta outros determinantes da capacidade de reduzir custos e de diferenciar. Veja-se, por exemplo, as novas tecnologias de automação flexível. No caso das indústrias seriadas, essas inovações acabam reduzindo as vantagens ligadas à escala, alterando de modo mais ou menos radical os padrões de concorrência vigentes. Mais ainda, quanto maior o grau de flexibilidade na produção, menor os transtornos provocados por uma variação no produto, o que facilita o esforço de diferenciação. Tem-se também, por outro lado, que a tecnologia a ser utilizada numa dada atividade é condicionada por outros motivos como escala, o fator tempo e as interrelações entre as atividades.

Já que não é possível a uma firma desenvolver todas as tecnologias envolvidas nas atividades que compõem a sua cadeia de valor, cabe perguntar quais os critérios a orientar a seleção das tecnologias a serem desenvolvidas. Como coloca Porter, no centro da estratégia tecnológica está o tipo de vantagem competitiva que a firma está tentando obter. Isto pode ser visto na tabela 1.1.3. Essa tabela desmente a noção de que as mudanças tecnológicas de produto voltam-se basicamente à diferenciação, e as de processo à redução de custo. A mudança tecnológica desempenha um importante papel seja qual for a estratégia genérica seguida pela firma.

1.1.1. INOVAÇÃO ENTRE PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Vejamos agora como se situam as pequenas e médias empresas (doravante referidas como PME's) no contexto da inovação. Antes de mais nada, é preciso definir o que se entende por PME's. O critério mais convencional é o de empresas com até 500 funcionários, o que não deixa de ter uma certa margem de arbitrariedade, dependendo do tipo de atividade produtiva e do país. Podemos, contudo, em conformidade com um importante estudo da OECD sobre inovações em PME's (OECD, 1982) acrescentar duas qualificações: a) as PME's caracterizam-se por sua incapacidade de exercerem poder de mercado, ou seja, elas são geralmente subordinadas à dinâmica imposta ao mercado pelas grandes empresas. São empresas com um grau de monopólio, no sentido atribuído por Kalecki, muito baixo

e que não têm capacidade de impor a política de preços nos mercados onde atuam (a não ser que só haja PMEs no mercado); b) as PMEs encontram-se, na maioria dos casos, numa fase de desenvolvimento que podemos denominar de pré-burocrática, isto é, onde a personalidade do empresário-proprietário ainda exerce um papel fundamental.

Grosso modo, é possível falar de duas atitudes básicas das empresas frente à inovação. Na maioria dos casos, a inovação é algo em que as empresas têm de se engajar em função das circunstâncias que as cercam. Dada a natureza da concorrência, elas não podem se dar ao luxo de ignorar as inovações. Embora a inovação não seja a sua "*raison d'être*", constitui-se numa ferramenta indispensável para assegurar ou melhorar a sua posição no mercado. Já para outras empresas, a inovação é a própria alma do seu negócio; é a sua estratégia básica de concorrência. Isso ocorre, sobretudo, em empresas atuando em setores de ponta, onde a tecnologia ainda é de certo modo fluida. Baseando-se nestas observações, o estudo da OECD estabelece uma tipologia dos setores correspondendo aos diferentes processos inovativos. Temos, então :

- (i) Setores onde as PMEs são dominantes (mobiliário tradicional);
- (ii) Aqueles onde há uma divisão do trabalho entre pequenas e grandes empresas, principalmente sob a forma de subcontratação (mecânica).
- (iii) Aqueles já bem estabelecidos, onde as PMEs convivem com concorrentes relativamente grandes (instrumentos eletrônicos de mensuração);

(iv) Setores em rápido crescimento, onde a tecnologia ainda é fluida e a demanda frequentemente é por produtos de alta precisão (telecomunicações); e

(v) Indústrias em estágio embrionário (biotecnologia avançada).

A inserção das PMEs num desses setores condiciona a sua postura em relação à inovação. Argumenta-se que nos três primeiros tipos o ritmo do desenvolvimento tecnológico é imposto pelas grandes empresas. Nessas situações, as PMEs teriam de se adaptar a esse ritmo sob pena de perderem posição no mercado. No primeiro tipo não há o risco de perderem parte de sua fatia de mercado, apenas não serão as PMEs que gerarão as inovações; estas virão de outros setores, provavelmente de fornecedores de equipamento. Já nos últimos dois tipos, são geralmente as PMEs que tomam a iniciativa de inovar (idem, pag. 36).

Dado o propósito do nosso trabalho, o interesse maior recai sobre os setores do tipo 2 e 3. Em relação ao tipo 2, especificamente à situação de subcontratação, o controle do processo inovador está com as grandes empresas, as quais esperam que seus fornecedores adequem-se às modificações por elas introduzidas. Para os subcontratados isto traduz-se na necessidade de que suas inovações sejam compatíveis com os requerimentos das firmas contratantes. As PMEs estão, portanto, dentro dessa configuração, inseridas num sistema mais amplo, onde qualquer inovação pode afetar o processo de coordenação dos agentes envolvidos. O estudo da OECD vê isso como uma possível barreira à inovação, dada a acentuada dependência das PMEs tanto para frente quanto para trás. Tentaremos mostrar adiante, a partir do caso do Japão e da

nossa própria pesquisa de campo que essa situação não é necessariamente desfavorável à introdução de inovações pelas PMEs. Nem todo esquema de subcontratação implica numa forte dependência dos subcontratados em relação aos contratantes e, muitas vezes, essa relação com grandes firmas terminais funciona como um canal de transferência de tecnologia para as PMEs.

O estudo da OECD menciona ainda o papel fundamental dos fornecedores (de produtos/materiais ou de equipamentos) na introdução de novas tecnologias pelas PMEs. Eles mantêm contato tanto com essas empresas quanto com as grandes e, além disso, quase sempre se encontram no ponto de junção de vários setores, o que os torna importantes elos de transferência de tecnologia inter e intrasetoriais. Os fornecedores de equipamento são de particular importância na medida em que, pela especificidade do seu produto (muitas vezes feito sob encomenda), desenvolvem uma relação mais estreita com as PMEs. O estudo cita o exemplo do setor têxtil, onde a cooperação entre os fabricantes e usuários de máquinas é bastante extensa. No nosso estudo de caso, a relação com o fornecedor surgiu como de primordial importância para explicar a difusão das máquinas-ferramentas com comando numérico entre as PMEs entrevistadas.

Algumas outras peculiaridades das PMEs devem ser observadas, como a seguinte: "Em uma empresa de grande porte, o projeto e a manufatura são realizados, majoritariamente, pela própria empresa, o que assegura um bom retorno de informação da manufatura para o projeto, embora a lacuna que normalmente existe entre o escritório e a fábrica seja algo difícil de preencher.

Esse feedback é geralmente impossível de ser obtido nas pequenas empresas, onde o projeto, em geral, é produzido externamente" (Peters, 1988, pag.47). Isso é importante, pois, como já foi visto, a extração das máximas vantagens competitivas ligadas a uma inovação depende em parte do modo como as várias áreas funcionais da empresa estão relacionadas. O feedback entre projeto e manufatura contribui bastante para potencializar os ganhos oriundos de uma inovação, posto que assim é possível adotar uma perspectiva mais sistêmica em relação ao processo. Na empresa onde o projeto é executado externamente, há uma maior tendência à incorporação fragmentada das inovações.

Quanto aos setores já maduros, onde as PMEs concorrem com grandes empresas, vale mencionar a seguinte afirmação do estudo da OECD: "A dominação pelas grandes companhias tende a diminuir quando as mudanças tecnológicas são menos abruptas ou mais difundidas, como, por exemplo, a introdução do comando numérico na indústria de máquinas-ferramentas ou de equipamentos eletrônicos na indústria de máquinas agrícolas; deste modo as pequenas empresas podem contribuir ao processo de difusão lado a lado com as grandes (máquinas agrícolas no Reino Unido) ou mesmo tomarem a iniciativa e induzirem as firmas maiores a seguirem seu exemplo (máquinas-ferramentas na Itália)" (OECD, 1982, pag. 39).

As PMEs experimentam de modo mais agudo o dilema vivido por muitas empresas introduzindo uma inovação, de tentar conciliar a utilidade das soluções inovadoras com o mínimo de mudança no funcionamento de suas operações. Devemos lembrar que uma experiência mal-sucedida com uma inovação tem um significado bas-

tante distinto para uma grande e para uma pequena empresa. No caso dessa última, o malogro da experiência, sobretudo quando esta implicou numa alteração organizacional mais profunda, pode muito bem significar o seu fim.

1.2. A QUESTÃO DA DESCENTRALIZAÇÃO INDUSTRIAL

A discussão da difusão de inovações entre as PMEs requer algumas observações a respeito do debate em torno da descentralização da atividade produtiva. A partir da experiência de alguns países, notadamente Japão e Itália, essa discussão começa a adquirir maiores proporções, seja no âmbito da economia, seja no da sociologia.

A exposição mais consistente e completa de que temos conhecimento sobre o tema é a de M. Piore e C. Sabel (1984). Encontramos aí uma análise histórica, tanto a nível dos Estados Unidos quanto da Europa, da constituição do sistema de produção em massa e das formas concomitantes de controle da força-de-trabalho. Essa gênese é analisada em seus determinantes microeconômicos e é também situada dentro dos contornos mais importantes da economia mundial.

A tese dos autores é de que a crise dos anos sessenta apontou para os limites do sistema de produção em massa e de que a descentralização da atividade produtiva, apoiada em tecnologias que garantem uma maior flexibilidade, surge como uma possibilidade de recuperação. Antes, porém, os autores mencionam duas alternativas empreendidas pelas corporações industriais: a conglomeração e a crescente multinacionalização da produção. A onda de fusões nos E.U.A., sobretudo a partir dos anos oitenta, foi constante assunto de destaque nas revistas econômicas. As grandes empresas adotam a estratégia da diversificação para fazerem frente

aos riscos crescentes do mercado (Penrose, 1959). O que ocorreu, contudo, foi que o resultado desse movimento traduziu-se muito mais em ganhos especulativos para certos grupos situados em posições privilegiadas, em termos de obtenção de informações, do que num melhor desempenho das corporações americanas. A conglomeração então operada não forneceu uma garantia contra os riscos, como se pensou inicialmente, já que a instabilidade não estava restrita a alguns mercados específicos, mas atuava no conjunto da economia mundial. Além disso, não se pode esquecer o estado de estagnação relativa em que se encontrava o mercado mundial.

Já a estratégia da multinacionalização da produção, cujo melhor exemplo é a idéia do carro mundial, é vista pelos autores como um substituto da grande corporação para a falta de uma coordenação internacional (Piore & Sabel, 1984, pag. 200). Vários fatores, não obstante, obstaculizaram essa estratégia. Entre outros, observou-se que o controle de estoque e de qualidade da estratégia do carro mundial era bastante mais onerosos do que o sistema Kanban japonês. A crescente instabilidade do mercado mundial prejudicou também esse movimento, já que num sistema onde parâmetros importantes, como taxa de câmbio, estão sujeitos a acentuadas variações, torna-se muito difícil prever o impacto da concorrência externa e o nível da demanda mundial. A estratégia do carro mundial não estava adaptada a dar respostas rápidas a variações no nível e tipo de demanda.

A questão fundamental posta por Piore e Sabel é a seguinte : "como é que as firmas podem seguir uma estratégia de redução de custos e , ao mesmo tempo, mostrar a flexibilidade ne-

cessária para prosperarem (muitas vezes ao detrimento das produtoras em massa) num clima de incerteza econômica?" (idem, pag. 205).

A saída encontrada por muitas empresas, e enfatizada pelos autores, é a revalorização da chamada "*craft-production*". O convívio de grandes empresas, produzindo mercadorias em massa, com pequenas, operando no estilo artesanal, não é novidade; as formas que essas relações assumem como resposta à crise atual é que constituem interessante objeto de estudo. Anteriormente, a produção em base artesanal era aquela dirigida a mercados de demanda muito flutuante e que, portanto, não justificava a introdução de técnicas produtivas mais sofisticadas. A instalação de equipamentos dedicados, dado o seu alto preço, só é economicamente vantajosa quando a demanda do mercado situa-se num patamar elevado e estável, de forma que esse equipamento possa auferir sensíveis reduções de custo. Essa automação rígida, por sua vez, não é acessível às pequenas empresas, de modo que o "*craft system*" tradicional implicava uma técnica produtiva mais atrasada. Está justamente aí o divisor de águas com a nova situação. O reviver da produção artesanal nos países apontados pelos autores não está associado a técnicas produtivas ultrapassadas, mas, pelo contrário, é propulsionado pelo uso da automação flexível de base microeletrônica.

As empresas utilizando o novo sistema conseguem ao mesmo tempo reduzir seus custos e trabalhar com um elevado grau de flexibilidade. Daí concluem Piore e Sabel que o "*craft system*" desafia hoje o sistema de produção em massa enquanto paradigma.

Mostram ainda como esta não é uma tendência restrita a setores específicos, mas pode ser observada naqueles onde o sistema de produção em massa já está aparentemente amadurecido (siderurgia, químicos e têxtil) e em outros tão distintos quanto o da indústria de máquinas-ferramentas, que funcionava baseado num ineficiente sistema de ofícios.

G. Dosi (1986) alerta, porém, para o fato de que a evidência empírica disponível ainda não é suficiente para sustentar uma conclusão do tipo da de Piore e Sabel, uma vez que as tendências a longo prazo das oportunidades técnicas para as economias de escala não estão determinadas.

Dosi utiliza a Figura 1.2.f. para tecer algumas considerações sobre o "trade-off" entre flexibilidade e economias de escala na metal-mecânica. Dentro do paradigma eletromecânico, que ainda domina a maior parte das atividades desta indústria, há uma acentuada relação negativa entre economias de escala e custos unitários de produção. Só que a produção em massa de produtos padronizados implica na inflexibilidade da estrutura produtiva. A linha AA mostra a relação técnica entre os custos unitários "normais" (c) e as taxas de produção (g); enquanto a linha FF representa a relação correspondente entre custos unitários e grau de flexibilidade. Dada a forma dessas curvas, a lógica ao longo dessa trajetória tecnológica é a crescente exploração das economias de escala e de padronização do produto. Ainda dentro deste cenário, caso ocorram eventos (como uma crescente incerteza quanto ao nível e tipo da demanda) exigindo das firmas uma maior flexibilidade na sua produção, teremos como consequência um retardo no

ritmo de inovação e difusão tecnológica dentro do paradigma eletromecânico.

Acontece, porém, que esse "trade-off" é específico a um paradigma, podendo ser alterado com o surgimento de outro. Vejamos o que ocorre com a introdução do paradigma eletrônico. A relação custo/quantidade passa a ser representada pela linha A^*A^* e a custo/flexibilidade pela linha F^*F^* . Enquanto o "trade-off" quantidade/flexibilidade do paradigma eletromecânico é mostrado pela linha TT , o do novo paradigma é representado por T^*T^* . Dentro do paradigma eletrônico, para os níveis de produção q_1 , q_2 e q_0 um maior nível de flexibilidade é justificável em relação à situação anterior. Se a conjuntura econômica exigir novamente um aumento no grau de flexibilidade, a consequência será um retardo do progresso técnico ao longo do velho paradigma e uma aceleração deste progresso ao longo do novo.

Dosi mostra que isso pode se dar mesmo no caso das novas técnicas não serem comprovadamente, em termos puramente técnico-econômicos, superiores às antigas. Assume o paradigma eletromecânico e toma como ponto de partida a situação onde a quantidade produzida é q_0 , os custos unitários c_0 e o grau de flexibilidade f_0 . Supõe, então, que a situação econômica requer das empresas uma maior flexibilidade, de f_0 para f_1 , por exemplo. Dentro do velho paradigma, isso poderia ser obtido a partir de ciclos de produção muito pequenos (q_1) e a custos bastante elevados (c_1). Já dentro do novo paradigma, as condições para uma maior flexibilidade são bem mais favoráveis: a produção aumenta para q_2 e os custos unitários caem para c_2 . É plausível pleitear

que pelo fato do paradigma eletrônico ser novo nele serão maiores as oportunidades de aprendizado e deverão ocorrer decréscimos no custo do equipamento. Se isso se verificar, a relação custo/quantidade poderá cair para A**A**.

Os dois casos mais importantes em apoio às teses da descentralização industrial são o de algumas regiões do norte da Itália e o da indústria produtora de máquinas-ferramentas de comando numérico e seus pequenos e médios usuários no Japão. Tratar-se-á agora do caso italiano e, na seção seguinte, será abordada a experiência japonesa.

O movimento de descentralização industrial verificado em algumas províncias do norte da Itália surgiu, inicialmente, como uma resposta das grandes empresas à agitação operária do início dos anos setenta (Piore & Sabel, pag. 226). Tudo fazia crer, porém, que se tratava de uma estratégia transitória e que, depois de um certo tempo, essas empresas tornariam a centralizar a sua produção. Deve ficar claro, para podermos estabelecer adiante uma comparação com o processo japonês, que aqui não se configurou uma ação deliberada das grandes empresas para constituírem uma rede de fornecedores qualificados. Foi uma ação mais contingencial.

O que garantiu a sobrevivência e prosperidade das pequenas empresas, grande parte subcontratadas, que se originaram nessa conjuntura foram as federações por elas constituídas. Essa ação conjunta facilitou um acesso independente aos mercados, do mesmo modo que foi importante para fomentar a inovação de produ-

tos e processos. Formou-se, assim, um conjunto de pequenas e médias empresas utilizando cada vez mais a tecnologia do comando numérico, demonstrando grande flexibilidade frente às vicissitudes da demanda. Isso vai se refletir na produção interna de máquinas-ferramentas de comando numérico (MFCNs) para as pequenas empresas, a qual experimenta um notável crescimento. Como ressaltam os autores, a Itália já figura como segundo produtor europeu de MFCNs, ficando atrás apenas da Alemanha Ocidental. Outro dado que confirma a afirmação anterior foi o surgimento de várias firmas de consultoria na região da Bolonha, especializadas na adaptação da tecnologia de grandes empresas às necessidades das pequenas oficinas.

Quatro fatores são mencionados como fundamentais no desenvolvimento deste processo : a) a família estendida italiana ; b) a consideração do trabalho artesanal como uma atividade econômica distinta (isenta as pequenas firmas do pagamento de uma série de benefícios sociais e assegura uma flexibilidade no uso da mão-de-obra); c) a existência de uma tradição mercantil ligando as províncias italianas aos mercados mundiais; e d) a cooperação dos governos regionais.

Ainda quanto ao caso italiano , deve-se mencionar o interessante estudo de S. Brusco sobre a região de Emilia-Romagna (Brusco , 1982). Duas coisas chamam a atenção nesta região : a) o bom desempenho econômico recente quando comparado com o resto do país, e b) a existência de uma estrutura produtiva com baixo grau de verticalização, sendo abundante o trabalho de subcontratação realizado por pequenas empresas. Formaram-se verdadeiros distri-

tos industriais de pequenas empresas, agrupadas por tipo de produto. Esse sistema, ao contrário do que se pensa, não se restringe à produção de bens de consumo, mas está presente também em setores como a metal-mecânica. A região caracteriza-se, ainda, por uma grande flexibilidade no uso da mão-de-obra e pelo uso generalizado do chamado mercado negro de trabalho.

Em termos da alavanca desse processo, a análise de Brusco concorda largamente com a de Piore e Sabel. Vale mencionar, porém, a sua observação de que é justamente nos setores onde foi possível fragmentar o processo produtivo sem ter de apelar para uma tecnologia inferior que o processo de descentralização foi mais marcante (idem, pag. 172). Isso quer dizer que quanto menores as economias advindas da integração vertical num setor, maiores as chances de aí se verificar uma descentralização da produção. O papel da organização dos artesãos e pequenos empresários é igualmente ressaltado por Brusco.

Cabe, por fim, comentar o funcionamento do mercado de trabalho, peça fundamental do sistema. Existem claramente dois segmentos nessa estrutura industrial, de acordo com o tamanho da empresa. Temos, assim, um setor primário (1), correspondendo aos trabalhadores das empresas maiores, onde o poder dos sindicatos é bastante elevado. Nesse setor, a legislação do trabalho é quase sempre respeitada, os representantes do sindicato são reconhecidos pela empresa e negociam-se acordos salariais acima da média nacional. Brusco menciona uma tradição de negociações razoáveis entre empresas e sindicatos na região, de modo que, embora o sindicato goze de grande poder dentro das fábricas, os empresários

contam com um clima seguro para realizarem seus planos de produção e investimento.

No setor secundário o cenário é bem diferente. Primeiro, tem-se de destacar a heterogeneidade de sua composição : desde trabalhadores altamente qualificados, que registraram-se como artesãos para terem salários mais elevados que os estabelecidos nos acordos, até trabalhadores vindos do sul com pouca ou nenhuma qualificação. Vigora uma elevada dispersão salarial, sendo que os fatores essenciais na determinação dos salários são o nível da demanda, a intensidade do trabalho e o nível de qualificação.

Estes dois mercados estão conectados, havendo mobilidade entre eles, com exceção de alguns grupos marginais de trabalhadores (mulheres imigrantes e camponeses de meia idade). Os demais, porém, sobretudo em períodos de demanda elevada, têm facilidade de escolherem em que setor desejam trabalhar. Os mais qualificados gozam, obviamente, de uma liberdade maior, tendo mesmo a possibilidade de iniciarem seu negócio próprio. É de se prever, contudo, que essa flexibilidade diminua bastante no caso de uma recessão, o que ainda não pode ser afirmado categoricamente dada a não ocorrência de uma crise mais prolongada na região no período recente. Brusco faz, no entanto, uma interessante simulação a esse respeito.

A idéia básica é que quanto menor for o nível de integração vertical de um setor, menores serão os efeitos de uma crise em termos de desemprego. Para tanto, adota a hipótese de que os subcontratados dispõem de suficiente flexibilidade para alterarem sua produção de acordo com as flutuações da demanda. Toma

ainda todas as firmas contratantes como pertencentes ao setor primário e as subcontratadas, ao secundário. Dado isso, no caso de uma crise num setor específico onde a produção for bastante verticalizada, verificar-se-á um alto número de demissões no setor primário. Isso tenderá a gerar tensões no mercado de trabalho, não só pelo número de trabalhadores demitidos, mas também pela forte presença do sindicato no setor. Já se o nível de integração for baixo, parte do impacto negativo será repassado às empresas subcontratadas. Essas, em vez de realizarem demissões na mesma proporção, podem trocar de clientela e, assim, protegerem-se da queda da demanda dos seus clientes tradicionais. Com isso, não só diminui bastante o número de trabalhadores demitidos, como essas demissões não irão provocar um conflito trabalhista tão agudo, uma vez que a atuação sindical neste setor é bem menor.

Resta-nos questionar a hipótese de que os subcontratados possam mudar sua produção em tempo hábil. Levando-se em conta, como mostra Brusco no caso das empresas subcontratadas do setor metal-mecânico, a grande difusão de tecnologias de automação flexível, é bem plausível apostar nessa capacidade das pequenas empresas. O sistema falha, é claro, quando se verifica uma crise generalizada. O lado nefasto do sistema pode então aparecer, dado que os trabalhadores do setor secundário não gozam da mesma proteção trabalhista dos demais.

1.3. AS REDES DE SUBCONTRATAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Um dado importante para uma empresa que pretenda utilizar serviços de terceiros é o custo necessário para organizar essa produção externa, já que a coordenação do fornecimento externo (prazos, tamanho dos lotes, controle de qualidade) requer a criação de uma estrutura específica. O setor de compras ou a engenharia de qualidade vêem-se obrigados a realizarem um serviço de monitoramento e de qualificação junto aos subcontratados, o que pode representar um ônus significativo para a empresa. Essas dificuldades serão agravadas num contexto onde não haja a tradição de fornecedores confiáveis e de elevada qualificação técnica, justamente o caso da maioria dos países do Terceiro Mundo. Não é por acaso que o uso da subcontratação é muito mais frequente nos países desenvolvidos. Katz (1982) traz a seguinte informação a esse respeito : em fins dos anos sessenta, o maior fabricante de máquinas-ferramentas da Índia só adquiria externamente 10% de seus insumos, enquanto numa firma semelhante da Europa Ocidental essa cifra subia para 40%..

Uma outra questão levantada por Katz refere-se à apropriação de "rendas empresariais" derivadas das atividades produtivas dos subcontratados. É importante, pois, estudar a relação específica, sobretudo em termos de fixação de preços, estabelecida entre o contratante e o subcontratado. Quanto mais dependente este último se encontrar em relação ao primeiro, maior tenderá

a ser essa apropriação. A autonomia relativa das empresas subcontratadas passa a ser, então, um elemento relevante da análise econômica do processo de subcontratação. Nesse particular, o universo de situações possíveis é bastante amplo. Em primeiro lugar, uma empresa metal-mecânica de certa dimensão geralmente trabalha com um número relativamente grande de subcontratados e nada implica que suas relações com cada uma dessas empresas se estabeleçam sobre a mesma base. Katz aponta alguns critérios importantes na determinação do poder relativo de cada parte na fixação do preço final e das demais condições de operação : a) o diferencial de custo entre o fornecedor interno e o externo; b) o maior ou menor grau de importância da peça, do componente ou subprocesso ; e c) o grau de dependência decorrente disto (Katz ,1982, pag.19). Poderia-se acrescentar , ainda , a facilidade com que um subcontratado consegue trocar de clientes.

Deve-se lembrar que em muitos casos simplesmente inexistente um preço de referência, de modo que é difícil prever o resultado de cada relação de subcontratação. Em função disto, este autor afirma, tocando num ponto que já havíamos mencionado anteriormente : " é a diversidade de situações possíveis que faz com que o manejo de uma política global de subcontratação seja um problema complexo de organização e planejamento da produção, do ponto de vista da firma terminal" (idem ,ibidem).

Um certo nível de intercâmbio tecnológico está também envolvido numa relação de subcontratação. Um aspecto interessante, portanto, é observar em que medida se verifica uma transferência de tecnologia entre a firma contratante e a subcontratada.

O contratante muitas vezes tem de realizar algum esforço para adequar o processo produtivo do seu fornecedor às especificações técnicas do seu produto, o que envolve certo repasse de tecnologia. Pode-se supor que um subcontratado "cativo" terá maior acesso a esse tipo de informação da firma terminal, do que outro operando livremente no mercado. Haveria, deste modo, um ganho, em termos de maiores externalidades contrapondo-se ao problema de uma acentuada dependência, pelo menos enquanto uma possibilidade.

Um dos autores que mais tem estudado o papel da subcontratação na estrutura industrial de diversos países, destacando o papel deste fenômeno no processo de difusão de novas tecnologias e sobre o emprego, é Susumu Watanabe. De particular interesse para o nosso trabalho é um artigo deste autor a respeito da difusão de máquinas-ferramentas de comando numérico entre pequenas empresas no Japão (Watanabe 1983).

Os dados relativos à difusão de MFCNs na indústria japonesa apontam para fatos bem interessantes (vide tabela 1.3.1.). Como era de se esperar, no período inicial foram basicamente as grandes empresas que introduziram a tecnologia do CN, a qual gradualmente, contudo, espalhou-se pelas pequenas e médias. O fato revelador, porém, só emerge quando relacionamos o fenômeno da difusão entre as empresas com o desempenho das exportações. Vemos aí que o crescimento acelerado dessas coincide justamente com o período em que a demanda por MFCNs por parte das pequenas empresas torna-se mais relevante que a das grandes. A fim de explicar o ocorrido, Watanabe esboça uma teoria do ciclo de produto dos novos bens de capital.

Assim que surge um equipamento novo, o nível de investimento de capital e mesmo a capacidade técnico-gerencial exigida para manejar a inovação acabam restringindo seu uso às grandes empresas. Esses clientes de grande porte interagem com os fornecedores, levando reclamações e sugestões, de modo que estes últimos conseguem reduzir o preço do equipamento e incrementar a sua qualidade. Numa segunda fase, algumas firmas pioneiras de menor porte começam a adquirir o equipamento, tendo em vista o menor risco agora envolvido. Com isso os fornecedores obterão maiores informações quanto ao desempenho do equipamento, além de sugestões desses novos clientes quanto a possíveis aperfeiçoamentos, que lhes permitam adequar o seu produto também às empresas menores mais débeis tecnológica e financeiramente. O ganho na escala de produção resulta em menores custos, e, por fim, o equipamento acaba sendo atraente para o conjunto das firmas independentemente do porte. Alcançada esta etapa de maturidade tecnológica, o novo equipamento estará em boas condições de penetrar os mercados externos.

Quando parte para explicar o processo de difusão das MFCNs entre as pequenas e médias empresas, Watanabe coloca em primeiro plano o fato de 50% trabalharem como subcontratadas para firmas maiores. Diz especificamente: "A escolha da tecnologia e as decisões de investimento dessas empresas são governadas em larga medida pelas decisões das firmas mães quanto a produto e preço de venda almejados" (idem, pag. 23). Deve-se lembrar, porém, que o sistema de subcontratação no Japão funciona basicamente através de um monopólio do comprador, o que torna essa relação

muito mais vital para a pequena empresa subcontratada.

O estudo de Piore e Sabel (1984) quando trata do caso japonês parece conferir um grau maior de autonomia a esses pequenos fornecedores ; o argumento deles é que o sucesso dos japoneses com equipamento CN seria uma forte evidência de um tipo de reação das firmas subcontratadas do setor metal-mecânico frente à crise dos anos setenta. Essas empresas teriam começado a sentir os efeitos da crescente volatilidade dos mercados de seus clientes, e , em resposta, adotaram técnicas que reduziam o tempo e o dinheiro gastos na mudança de um produto para outro, o que também aumentou a sofisticação e a qualidade de sua produção (idem, pag. 218).

Piore e Sabel apontam também para o papel ativo das firmas mães, embora salientando a autonomia das subcontratadas. Mostram como uma característica importante do modelo japonês o desejo das grandes firmas do setor exportador de criarem uma federação de fornecedores eficientes (modelo "Zaibatsu"). Esses fornecedores estão ligados a um montador final (firma exportadora), embora suficientemente independentes para tomarem a iniciativa de resposta frente às condições cambiantes do mercado. O montador estabeleceu, com esse fim, um programa de colaboração permanente com os fornecedores. Identificavam os fornecedores que estavam mais dispostos a inovar, sugeriam novos lay-outs, e recompensaram aqueles fornecedores que apreenderam mais rapidamente. Uma consequência dessa interação foi a criação entre os subcontratados de uma tradição de inovação permanente e de uma plasticidade organizacional (idem , pag.225).

A descrição do processo por Watanabe tende a ver a firma mãe exercendo uma pressão mais direta sobre o fornecedor, sobretudo na etapa inicial de difusão das MFCNs. Para fazer frente à crise iniciada nos anos setenta essas empresas realizaram um grande esforço no sentido de reduzir custos e aprimorar qualidade; esforço esse que necessariamente teria de passar pelos fornecedores. No período inicial de introdução da tecnologiaa CN, quando este equipamento ainda era caro, uma das formas utilizadas pelas grandes empresas para induzirem seus fornecedores a adquirirem este equipamento foi a oferta de preços mais atraentes para os trabalhos de corte de metal realizados em MFCNs. Só quando o preço dessas máquinas reduziu-se significativamente e elas se tornaram mais confiáveis, é que os subcontratados começaram a adquiri-las por sua própria vontade. Acontece, também, que nesse momento elas já haviam percebido que sem a posse desse equipamento seria difícil continuar a receber encomendas de suas firmasmães e atrair novos clientes (informação colhida por Watanabe em entrevistas realizadas em várias dessas empresas).

Algumas grandes firmas, por exemplo, começaram a enviar as especificações de seus pedidos em fitas CN e não mais através de desenhos. Outro fator de pressão foi a tendência dessas grandes firmas a racionalizarem o seu trabalho de subcontratação, consolidando várias partes numa única peça, o que acabou gerando especificações só passíveis de serem atendidas por MFCNs. Um terceiro e importante fator de pressão é que com a difusão das MFCNs os preços pagos pelos serviços subcontratados reduziram-se, de forma que , mesmo quando o serviço podia ser executado em máqui-

nas convencionais, só o uso do novo equipamento garantia margens de lucro atrativas para os subcontratados. Além do mais, para incrementar sua flexibilidade frente a mudanças no padrão de demanda, as grandes firmas japonesas adotaram o modelo Kanban nas suas operações com os fornecedores, implicando a entrega de lotes menores em intervalos mais regulares. A introdução de MFCNs representou a melhor maneira dessas pequenas firmas fazerem frente a essa nova exigência de suas firmas-mães.

Deve-se mencionar ainda o papel dos produtores de MFCNs no processo de difusão dessa tecnologia entre pequenas e médias empresas. Watanabe menciona que por volta de 1972 uma produtora começou a oferecer cursos de treinamento de quatro semanas para os seus clientes. Uma equipe de técnicos dessa empresa acompanhava também a instalação e o uso inicial das MFCNs, fornecendo *"on-the-job-training"*. Dado o apelo dessa estratégia entre os usuários, o exemplo foi seguido pela maioria dos outros produtores, o que Watanabe considera um dos segredos da rápida difusão das MFCNs japonesas.

1.4. TECNOLOGIA, QUALIFICAÇÕES E MERCADO DE TRABALHO

Não é nosso propósito aqui reconstituir todo o amplo debate em torno dos impactos das novas tecnologias de automação industrial de base microeletrônica sobre o nível e a distribuição das qualificações e o volume do emprego. Grosso modo, esta questão foi tratada de duas maneiras : uma determinista e outra não determinista.

A primeira corrente encontra entre seus principais representantes Braverman (1974) e Noble (1984). A perspectiva desses autores é a de que o estímulo básico por parte das firmas para a introdução da automação é ampliar o seu controle sobre a força-de-trabalho. Aspectos centrais como a elevação da qualidade dos produtos, a influência do ambiente concorrencial e a maior eficiência do sistema produtivo são relegados a segundo plano, ou mesmo totalmente negligenciados. Um dos argumentos levantados por Noble, por exemplo, é a dificuldade de mensuração dos ganhos propriamente econômicos proporcionados pela inovação, o que, a seu ver, é motivo suficiente para concluir que a menção de tais vantagens por parte das empresas serve apenas para encobrir o seu verdadeiro propósito. É certo que poucas empresas têm condição de avaliar quantitativamente a redução do custo ou a melhoria na qualidade de seus produtos obtidas com o uso de tecnologias de automação, mas daí a extrair-se a conclusão de Noble existe um longo e tortuoso caminho. Esse tipo de abordagem é, sem dúvida,

consequência da posição teórica mais geral desses autores de colocarem o conflito capital-trabalho como centro da dinâmica capitalista. Sob este prisma, a desqualificação da força de trabalho, a fragmentação cada vez maior das tarefas de concepção e execução, assim como a apropriação do saber operário por parte da gerência passam a fazer parte da própria lógica interna do capital. Não há, pois, como fugir do determinismo.

O trabalho de Noble nos interessa mais de perto, uma vez que ele utiliza o CN como o exemplo mais importante para sua tese. Ao descrever a evolução da mecanização na indústria de máquinas-ferramentas, o ponto defendido por este autor é que no desenvolvimento e posterior consolidação do CN não estiveram envolvidos fatores simplesmente técnicos. Aliás, levando em conta aspectos puramente tecnológicos, o autor crê que houve outras alternativas tão eficientes quanto o CN, só que incapazes de assegurar o mesmo nível de reforço do controle sobre a mão-de-obra. O conflito capital-trabalho teria sido, sob esta ótica, determinante na própria trajetória tecnológica da indústria de máquinas-ferramentas.

Adotando este enfoque, a característica essencial do CN seria a separação das atividades de programação e operação. Seria como uma espécie de ataque a um dos últimos redutos do trabalho altamente qualificado, quase artesanal : a usinagem de precisão. Na execução do corte de metal numa máquina-ferramenta convencional, o operário tem de ser capaz, não somente de ler e interpretar o desenho da peça a ser usinada, mas de coordenar sua percepção visual com sua habilidade motora. Precisa obter uma espécie

de sintonia fina da máquina, algo para o qual são necessários anos de experiência. Ora, na medida em que essa destreza manual é substituída por um programa elaborado no escritório, degrada-se o trabalho desse profissional qualificado e está aberto o caminho para a colocação de operários semi-qualificados na operação de MFCNs.

Uma outra corrente procura mostrar que essa relação causa-efeito não é de modo nenhum necessária, mas que o efeito do CN sobre a estrutura de qualificações será a resultante de um complexo de forças em jogo. Esta argumentação é muito bem desenvolvida por Sabel (1982). Ocorre que com a generalização das MFCNs, o seu uso começou a refletir a diversidade dos mercados de produto e trabalho. Observa-se, por exemplo, em algumas empresas a tendência a entregar essas máquinas a operadores bastante qualificados de forma a potencializar suas vantagens em termos de produtividade. O ponto central é que a forma como a máquina CN será utilizada não pode ser definida a priori (e, portanto, os seus efeitos em termos de desqualificação ou não), sem levar em conta as condições do mercado. Será o jogo de poder entre patrão e empregado e/ou a relação entre os diferentes grupos em que se divide a força-de-trabalho que irão definir, em grande medida, até que ponto haverá uma efetiva desqualificação ou alguma forma de colaboração entre operadores e programadores de MFCNs.

Uma consequência da difusão das novas tecnologias de base microeletrônica, ainda segundo Sabel, será a "intelectualização da qualificação", ou seja, o processo de avanço tecnológico através do qual a qualificação passa a ser definida não mais como

a capacidade de executar uma certa operação manualmente, mas sim, como a de instruir a máquina a fazer as operações necessárias. A questão, porém, de como essa nova qualificação será distribuída (quais serão os segmentos prejudicados e beneficiados no mercado de trabalho) requer a consideração de determinantes sociais mais complexos.

Encontram-se bastante difundidas na literatura as análises da relação entre tecnologia e organização do mercado de trabalho baseadas na idéia de mercados duais. As diversas correntes que compõem esta matriz teórica partem da constatação comum de que o mercado de trabalho apresenta-se dividido em segmentos distintos, entre os quais a mobilidade é bastante restrita, e de que esta forma de organização é decisiva para explicar os perfis salariais vigentes na economia.

As primeiras formulações surgiram nos E.U.A. por volta do começo dos anos setenta e partilham, ainda, a preocupação de explicar a existência de empregos mal-remunerados no seio de uma economia madura. Têm como variável central de análise o conceito de mobilidade da força de trabalho. As diferenças surgem quando se parte para a determinação dos fatores responsáveis por esta segmentação ; podemos, então, traçar uma linha divisória entre a vertente "dualista" e a "radical"(2) A distinção das duas é feita de modo bastante preciso por J. Rubery : "As teorias de mercado de trabalho dual tomam principalmente o desenvolvimento tecnológico sob o capitalismo ou o desenvolvimento divergente da estrutura industrial para explicar a emergência do mercado de trabalho segmentado. As teorias radicais atribuem a origem do mercado de tra-

balho às necessidades dos capitalistas de dividirem e governarem a força-de-trabalho" (Rubery, 1978, pag.17-18).

A perspectiva adotada neste estudo aproxima-se mais da visão dualista, já que, de princípio, rejeita-se a explicação da introdução de inovações tecnológicas a partir do conflito capital-trabalho, como postulam as teorias radicais. O nosso ponto de vista é o de que as mudanças técnicas na organização da produção e mesmo os impactos destas sobre o mercado de trabalho estão relacionadas, sobretudo, com a concorrência intercapitalista. A debilidade das teorias dualistas, contudo, reside no fato destas contornarem o estudo fundamental da formação e transformação das estruturas dos postos de trabalho. Uma das maneiras mais ricas de tentar preencher esta lacuna parece ser a análise da maneira como as novas tecnologias afetam as posições de barganha entre empregados e patrões. Este modo evita o inconveniente de querer deduzir diretamente da estrutura técnico-produtiva a maneira específica de organização do mercado de trabalho (Baltar, 1987, pag. 147). A questão é basicamente aquela levantada por S. Bruno: "Em que medida se pode tomar a estrutura técnica e organizacional como um dado objetivo e em que medida ela brotou de estratégias gerenciais ou outras?" (Bruno, 1979, pag. 147). Um estudo centrado nas variáveis tecnológicas, pois, pode no máximo limitar a gama de formas de organização que determinado mercado de trabalho pode assumir, mas é incapaz, sem o auxílio de considerações sociais e políticas, de definir qual dessas formas precisamente o mercado de trabalho irá assumir. É fundamental, neste sentido, avaliar o potencial disruptivo da nova tecnologia sobre o mercado interno

de trabalho da firma e na própria forma dela relacionar-se com o mercado de trabalho externo (políticas de seleção e treinamento, por exemplo).

Duas mediações precisam ser estabelecidas para poder-se compreender corretamente como as inovações tecnológicas afetam a organização do mercado de trabalho : a) o relacionamento entre estrutura industrial e estrutura do mercado de trabalho; e b) a interação entre tecnologia e estrutura industrial.

Baltar deixa bastante clara a importância desta primeira mediação quando afirma : "... o mercado de trabalho é peculiar. Suas principais transformações transcendem as disputas por emprego e por força-de-trabalho, sendo consequência do progresso econômico decorrente da concorrência entre empresas e das interações entre seus respectivos mercados" (Baltar, pag. 114). Piore sugeriu um modelo dualista para pensar essas relações, baseado na decomposição da demanda em um componente estável e outro flutuante. As firmas voltadas para o atendimento do componente estável da demanda adotariam a divisão do trabalho tecnologicamente mais avançada e constituiriam o setor primário da indústria. As outras firmas , que se dedicam a atender a componente flutuante, utilizariam técnicas produtivas menos refinadas e menos "*product-specific*", constituiriam o setor secundário. Trata-se, porém, de uma distinção analítica e que, portanto, não corresponde a uma linha divisória clara entre as organizações. O modelo prevê apenas que as unidades produtivas serão designadas para um ou outro setor, mas não especifica qual será o arranjo institucional das firmas, produtos e tipos de mercado (Piore , 1980).

Este modelo padece de um referencial demasiadamente estático, talvez em função de não dar o devido destaque à noção de concorrência. Este é o conceito chave para a construção de um referencial dinâmico capaz de explicar minimamente a complexidade dessa relação. Um tal referencial, porém, ainda está em processo de construção e o melhor que se pode fazer é trabalhar com algumas concepções teóricas, ainda não totalmente sistematizadas (3).

A relação entre tecnologia e estrutura industrial, por sua vez, já foi discutida na primeira seção deste capítulo.

NOTAS AO CAPÍTULO 1

1. A noção de setor primário e setor secundário está ligada às teorias dos mercados duais ou segmentados (ver nota seguinte). É utilizada, sobretudo, nas análises do mercado de trabalho. O setor primário corresponde aos empregos estáveis, ocupados por trabalhadores de maior qualificação profissional, melhor remunerados e com relativa organização sindical. No setor secundário localizam-se os empregos de baixa remuneração, exercidos por uma mão-de-obra geralmente desqualificada e com pouca escolaridade formal. Os empregos deste setor caracterizam-se ainda pela sua instabilidade. É importante não confundir com a idéia de mercado de trabalho formal e informal. Uma mesma empresa pode abrigar empregos do setor primário e do setor secundário.

2. O problema é inicialmente levantado, dentro da ótica dualista, em DOERINGER, P. e PLORE, M. *Internal Labor Markets and Manpower Analysis*, Lexington, D.C. Heath and Company, Massachusetts, 1971. A noção radical é primeiramente esboçada em GORDON, D. *Theories of Poverty and Underemployment*, Lexington, D.C. Heath and Company, Massachusetts, 1972, e é apresentada de forma mais sistematizada em GORDON, D., EDWARDS, R. e REICH, M., "A Theory of Labor Market Segmentation" in *American Economic Review*, vol. 63, n. 2, 1973. Uma exaustiva apreciação crítica dessas teorias encontra-se em BALTAR, P.E.A., *Desemprego, Salários e Preços: Esboço de uma*

Abordagem Teórica, tese de doutoramento, Unicamp, Campinas, 1985, mimeo. Ver também SWAELEN, E.A., *Desemprego, Salários e Preços : Um Estudo Comparativo de Keynes e do Pensamento Macroeconômico da Década de 1970*, BNDES, Rio de Janeiro, 1982.

3. Um esforço importante para se pensar as estruturas de mercado dentro de um referencial dinâmico está em POSSAS, M.L. *Estruturas de Mercado em Oligopólio*, São Paulo, Hucitec, 1985 e POSSAS, M.L. *A Dinâmica da Economia Capitalista : Uma Abordagem Teórica*, São Paulo, Brasiliense, 1987.

APÊNDICE AO CAPÍTULO 1

TABELA 1.1.1

A CADEIA DE VALOR GENEICA

ADES E	INFRA-ESTRUTURA DA FIRMA					M A R G E M
	GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMANOS					
	DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA					
	COMPRAS					
DADES ARIAS	LOGISTICA INTERNA:	OPERACOES	LOGISTICA EXTERNA:	MARKETING E VENAS	SERVICOS	M A R G E M
	Atividades associa- das com o recebimen- to, armazenamento e distribuicao dos in- sumos para o produ- to.		Atividades associa- das com a reuniao, armazenamento e dis- tribuicao fisica do produto para os com- pradores.			

FONTE: PORTER (1985), p. 37.

TABELA. 1.1.2
TECNOLOGIAS REPRESENTATIVAS NA CADEIA DE VALOR DE UMA FIRMA

Infra-estrutura da Firma	Tecnologia de Sistemas de Informacao Tecnologia de Planejamento e Orcamento Tecnologia de Escritorio				M
Gerenciamento de Recursos Humanos	Tecnologia de Treinamento Pesquisas de Motivacao Tecnologia de Sistemas de Informacao				A
Desenvolvimento de Tecnologia	Tecnologia de Probita Projeto Assistido por Computador (CAD) Tecnologia de Planta Piloto	Ferramentas para Desenvolvimento de Software Tecnologia de Sistemas de Informacao			E
Compras	Tecnologia de Sistemas de Informacao Tecnologia de Sistemas de Comunicacao Tecnologia de Sistemas de Transportes				M
Tecnologia de Transporte	Tecnologia de Processos Basicos	Tecnologia de Transporte	Tecnologia de Midia	Tecnologia de Diagnostico e Teste	M
Tecnologia de Manipulacao de Materiais	Tecnologia de Materiais	Tecnologia de Manipulacao de Materiais	Tecnologia de Gravacao em Audio e Video	Tecnologia de Sistemas de Comunicacao	A
Tecnologia de Armazenamento e Preservacao	Ferramentas	Tecnologia de Empacotamento	Tecnologia de Sistemas de Comunicacao	Tecnologia de Sistemas de Informacao	R
Tecnologia de Sistemas de Comunicacao	Tecnologia de Manufacao de materiais	Tecnologia de Sistemas de Comunicacao	Tecnologia de Sistemas de Informacao		B
Tecnologia de Testes	Tecnologia de Empacotamento	Tecnologia de Sistemas de Informacao			E
Tecnologia de Sistemas de Informacao	Metodos de Manutencao				M
Tecnologia de Sistemas de Informacao	Tecnologia de Testes				
Logistica Interna	Operacoes	Logistica Externa	Marketing e vendas	Servicos	

TABELA 1.1.3

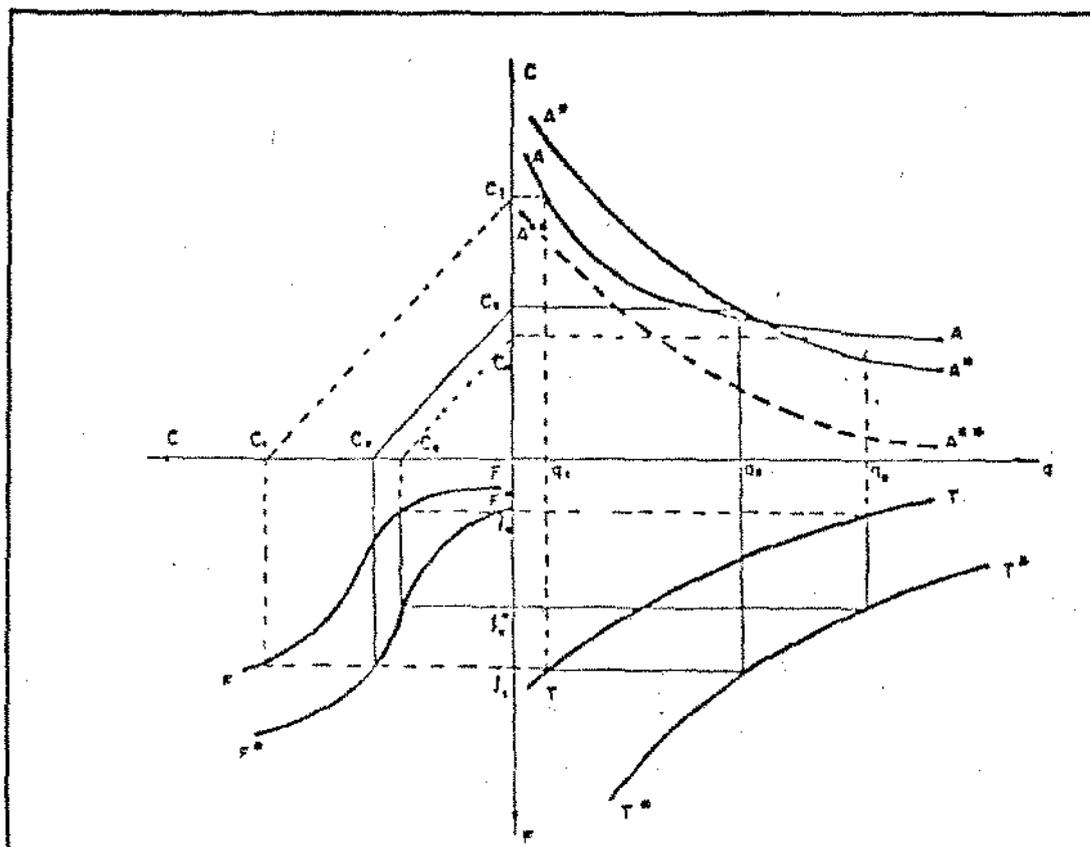
TECNOLOGIA DE PROCESSO E DE PRODUTO E AS ESTRATEGIAS GENERICAS
POSSIVEIS POLITICAS TECNOLOGICAS

	LIDERANCA DE CUSTOS	DIFERENCIACAO	FOCO EM CUSTOS	FOCO EM DIFERENCIACAO
Mudanca Tecnologia de Produto	Desenvolvimento de produto para reduzir o custo do produto atraves da diminuicao do conteudo de material, de um processo de manufatura mais facil e da simplificacao dos requerimentos logísticos, etc.	Desenvolvimento de produto para acentuar suas qualidades, características e elevar os custos de troca. ("switching costs")	Desenvolvimento de produto, elaborar projeto onde o desempenho nao exceda exigencias do segmento alvo.	Projeto de produtos para irem de encontro as necessidades particulares do segmento melhor do que os concorrentes que atuam num mercado mais amplo.
Mudanca Tecnologia de Processo	Melhora nas curvas de aprendizado de processo para reduzir o uso de material e o conteudo de trabalho. Desenvolvimento do processo para acentuar as economias de escala.	Desenvolvimento de processo para permitir tolerancias mais altas, maior controle de qualidade, cronograma mais confiavel, maior rapidez na resposta dos pedido e reforçar outras dimensoes que aumentam o valor de compra.	Desenvolvimento de processo para sintonizar a cadeia de valor as necessidades do segmento de modo a reduzir os custos dos serviços prestados ao segmento.	Desenvolvimento de processo para sintonizar a cadeia de valor as necessidades do segmento de modo a elevar o valor de compra.

FONTE: PORTER (1985) p. 178.

FIGURA 1.2.1.

O "TRADE-OFF" ENTRE FLEXIBILIDADE E ECONOMIAS DE ESCALA



Fonte : Dosi (1986), pag. 26.

BELA. 1.3.1

ESTRUTURA DA DEMANDA POR MECÂNICAS NO JAPÃO - (1967-1981)

N.º	TOTAL DE VENDAS (milhões de Yen) (1)	EXPORTAÇÕES (2)	MERCADO INTERNO (Z do total de vendas)		
			GRANDES EMPRESAS (3)	PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS (4)	OUTROS (5)
67	n.d.	---	83	13	4
68	n.d.	---	79	21	---
69	n.d.	---	65	32	3
70	27.002	2,2	68,5	27,4	1,9
71	27.958	3,5	61,8	30,9	3,8
72	27.463	5,9	50,8	38,6	4,7
73	51.456	3,4	45,1	49,1	2,4
74	55.376	9,0	42,7	43,1	5,2
75	42.176	19,1	30,4	42,1	8,4
76	59.980	31,2	29,4	38,2	1,2
77	86.336	42,2	27,6	28,8	1,4
78	122.437	51,3	16,3	21,4	1,0
79	229.397	43,5	21,4	34,5	0,6
80	370.147	46,7	18,6	34,3	0,4
81	467.359	46,8	19,7	32,8	0,7

1 "n.d." quer dizer "não disponível"

"---" significa negligenciável

"Grandes Empresas" são aquelas com 500 ou mais empregados e

"médias e pequenas" aquelas com menos de 500

Fonte: Watanabe (1983), pag. 16

1 - Estimados baseados nos dados do MITI publicados no JMTBA Statistical Summary

2 - Calculados usando os dados da coluna 1 e os números publicados no "The sixth statistical survey on industrial machinery and equipment and related matters" (Quinto relatório), citado na Statistical Summary on Machine Tools for 1981.

3-5: Adaptados dos dados das fatias dos três grupos no total de vendas para o mercado interno divulgados pelas companhias-membro do JMTBA (Survey of NC - machine tool production and related matters) Toquio, vários anos.

CAPÍTULO 2 : OS ASPECTOS TECNOLÓGICOS

INTRODUÇÃO

Infelizmente, este trabalho não pôde prescindir da utilização de alguns termos técnicos, muitas vezes incompreensíveis ao leitor não-especialista. Como não se pretende restringir a discussão a este público, este capítulo foi pensado como um esclarecimento dos principais conceitos referentes à tecnologia e à organização da produção empregados neste estudo.

A seção 1 está voltada a conceitos mais genéricos como automação e flexibilidade. A seguir passa-se a tratar das particularidades da organização da produção em indústrias metal-mecânicas, sobretudo das que trabalham com pequenos lotes.

Como a principal preocupação desta análise, em termos de tecnologia, é com as máquinas-ferramentas com comando numérico, a terceira seção aborda a trajetória tecnológica da indústria de máquinas-ferramentas.

A última seção dedica-se a oferecer uma abordagem mais sistêmica da automação industrial, onde se procura integrar as inovações técnicas incorporadas nos equipamentos com formas inovadoras de organização da produção.

2.1. CONCEITOS BÁSICOS SOBRE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A discussão a ser encaminhada ao longo desse trabalho requer uma explanação prévia acerca da idéia de automação. Nesse intuito utilizou-se o trabalho de M. Salerno (1986).

Partamos do princípio de que os investimentos em automação industrial visam primordialmente a melhoria na qualidade de conformação dos produtos e uma elevação do rendimento do trabalho. O passo inicial, portanto, será discutir esses dois aspectos.

Por qualidade de conformação devemos entender o grau em que a produção atinge as especificações do projeto. O rendimento do trabalho, por sua vez, precisa ser decomposto em outros dois conceitos para ser melhor compreendido: intensificação do trabalho e aumento da produtividade. Nesse ponto, Salerno recorre à definição de Coriat (1979): "ocorre uma intensificação do trabalho quando, com uma mesma tecnologia constante, um mesmo número de trabalhadores produz no mesmo tempo uma quantidade maior de produtos (neste caso, o aumento da produção só pode resultar do incremento do ritmo de trabalho, ou o que vem a ser o mesmo, da redução das porosidades e dos tempos mortos no curso da produção) (...) ocorre um aumento da produtividade do trabalho quando, dentro de um mesmo ritmo de trabalho, a mesma quantidade de trabalhadores dá uma produção maior, devido à maior eficiência técnica

dos meios de produção. O rendimento do trabalho resulta da adição dos progressos de intensificação e da produtividade do trabalho" (Coriat, 1979, pag. 36)

Utilizando ainda Coriat, Salerno procura analisar os conceitos de automação e mecanização a partir de alguns princípios que regem um conjunto de meios de trabalho :

1. Princípio de operação : segundo a natureza da operação (torneamento, fresagem, etc.);
2. Princípio da informação : pode ser dividido em (a) capacidade de um meio ser alimentado em normas técnicas que especifiquem a operação a ser efetuada e (b) capacidade do meio de trabalho fornecer informações sobre o processo em curso ;
3. Princípio da regulação : capacidade que tem o meio de trabalho ou sistema de máquinas não somente de fornecer as informações como em 2b, mas também de interpretá-las e decidir as correções que são pertinentes, que devem ser efetuadas e, mesmo, de efetuá-las;
4. Princípio do deslocamento (transporte) : relativo ao deslocamento de materiais de uma operação a outra.

Os princípios 1 e 4 (operação e deslocamento) estariam ligados à mecanização, e os princípios 2 e 3 (informação e regulação) , ligados à automação. É importante, contudo, compreender as diferenças entre a automação atual e a automação eletromecânica anterior. Para esse propósito, Salerno considera a definição de Groover (1980) oportuna :

(a) Automação Fixa : onde é muito difícil mudar a sequência de operações. Com base técnica predominantemente mecânica e eletromecânica, a mudança de sequência implica em alteração física do

equipamento, que geralmente é demorada e de alto custo. Nestas condições, tal tipo de automação é usada para produção em alta escala sem variabilidade (ou com variações muito pequenas), e as máquinas já são projetadas especificamente para aquela produção.

(b) Automação Flexível : onde é relativamente mais fácil mudar a sequência de operações. Lastreada principalmente na base técnica eletrônica e, mais recentemente, na microeletrônica, a sequência de operações pode ser mudada via programa de computador que controla o movimento ou as funções do meio de trabalho.

Esta definição nos coloca diante de outro conceito que precisa ser melhor especificado : flexibilidade. Salerno refere-se às várias formas que podem assumir as "necessidades de flexibilidade":

1. Flexibilidade em preparação ("set-up") de máquinas para novas peças (seria a capacidade de mudar o produto em fabricação);
2. Flexibilidade para mudanças da linha de produtos, que se reflete na flexibilidade do sistema a médio e longo prazos ;
3. Flexibilidade para operações sazonais, relativas a flutuações na carga de trabalho. Isto tem vinculações diretas com a flexibilidade no uso da mão-de-obra;
4. Flexibilidade para compensar o mau funcionamento do sistema produtivo ;
5. Flexibilidade para suportar erros de previsão.

Afirma, pois, que "a flexibilidade neste sentido mais amplo remete a uma noção mais abrangente e integrativa das várias esferas de uma empresa, noção esta compatível com o próprio desenvolvimento da automação, que visa cada vez mais a integração

de sistemas" (Salerno, 1987, pag. 12).

Não se pode, porém, discutir as necessidades e benefícios da flexibilidade em geral, sem atentar para as especificidades de cada processo de trabalho. O critério de flexibilidade assume formas e graus de importância variados, em conformidade com o tipo de sistema produtivo.

Na conceituação dos tipos de processo de trabalho é clássica a divisão entre processos contínuos e processos intermitentes - embora, como mostra Salerno (idem, pag. 19 e 20), exista muita confusão em torno dos limites de cada um. Ele mostra que o ponto comum aos autores que conceituam processos contínuos em oposição a intermitentes parece ser a padronização de produto e a baixa flexibilidade do equipamento dos primeiros. O problema é que a noção de continuidade em oposição à intermitência não dá conta das diferenças, por exemplo, entre uma indústria automobilística e uma refinaria de petróleo. Isso dá margem a comparações entre esses dois tipos de produção que obscurecem suas características peculiares. Salerno prefere a classificação de Coriat de indústrias de forma e indústrias de propriedade:

(I) Indústrias de forma - são as indústrias tradicionais de produção em alta série (automobilística, eletrodoméstica, eletrônica de consumo, etc.), séries pequenas e médias (mecânica) ou por encomenda (certos tipos de bens de capital), nas quais os aspectos formais (dimensão, tipo de acabamento, etc.) têm importância fundamental; as especificações do produto traduzem-se por uma forma material. Nelas o processo de trabalho é tal que o volume de produção depende do ritmo do trabalho.

Esse processo de trabalho assume duas formas principais :

(a) Tempo alocado : a gerência aloca o tempo para cada operação; mas não controla totalmente o ritmo de trabalho. O trabalhador pode regular o ritmo de trabalho ao longo da jornada. São as indústrias com organização produtiva do tipo funcional (seção de torno, seção de retífica, etc.) onde os postos de trabalho não estão interconectados por um sistema de transporte automático.

(b) Tempo imposto : relativo às linhas de produção, montagem ou assemblados. A velocidade (ritmo) da linha impõe o tempo de trabalho ao operário. Em oposição ao esquema de tempo alocado, o operário não pode, por decisão individual sua, variar seu ritmo ao longo da jornada, pois as peças ou conjuntos que passam pela esteira não voltam mais.

Outro modo de caracterizar as indústrias de forma é dizer que elas possuem uma produção "discreta", no sentido de que tanto o produto em processo quanto o produto acabado podem ser contados unitariamente.

Salerno tece então algumas observações interessantes sobre as indústrias de forma:

(a) Quanto ao processo de trabalho, " a lógica da inovação tecnológica e da organização do processo de trabalho seria a passagem de uma organização onde prevalece o tempo alocado para outra, onde predominaria o tempo imposto " (Coriat, 1979, pag.7). Cita então o exemplo de desenvolvimentos recentes como a tecnologia de grupo, as células ou ilhas de fabricação.

A idéia de tecnologia de grupo é a seguinte : "partindo-se da descrição de todos os componentes produzidos na empresa, procura-se agrupá-los em grupos ou famílias de acordo com as similaridades geométricas e de processamento produtivo. Nesta análise pode-se inclusive proceder à redução do número de itens.(...) De posse das famílias, organizam-se as chamadas células ou ilhas de produção, buscando-se que em cada ilha seja processado, inteiramente, toda uma família de peças " (Salerno 1986, pag.8). As vantagens desse processo seriam as seguintes :

1. redução do estoque de produto em processo, estoque de matérias-primas e de produto acabado;
2. redução do tempo de movimentação de materiais;
3. elevação da taxa de ocupação das máquinas e redução dos tempos mortos.

Nessa configuração, o sistema de programação é , de certo modo, simplificado, mas a flexibilidade ainda vai depender do tempo de preparação das máquinas.

(b) Sendo o volume de produção dependente da quantidade de trabalho, o custo de produção tem relação direta com o custo de mão-de-obra, bem como o controle da produção tem relação direta com o controle do trabalho. Ou seja, o controle do trabalho assume um caráter estratégico para as indústrias de forma.

(II) Indústrias de propriedade - Nestas indústrias o que se almeja não é a forma do produto , mas sim uma série de propriedades que este deve possuir. é o caso do refino do petróleo, petroquímica, cimento, etc. Como essa discussão foge do objeto da nossa

pesquisa, não nos estenderemos mais neste ponto.

Resta agora discutir a automação nas indústrias de forma. Salerno coloca que numa produção de tempo alocado, as motivações básicas para a automação, em termos de processo de trabalho "stricto sensu" são a linearização de fluxos com a consequente redução do estoque de produto em processo, redução do tempo total necessário à produção, maior rendimento do trabalho devido ao aumento simultâneo da produtividade e intensidade do trabalho e uma maior taxa de ocupação efetiva das máquinas. Já no caso de um esquema tradicional de tempo imposto (basicamente linhas de produção e montagem) é preciso caracterizar o que se automatiza nas linhas - se produção e/ou movimentação - para verificarmos seus reflexos em termos de economia de tempo. A questão chave é como a operação é acionada e se a operação se dá sobre uma plataforma ou conjunto que se movimenta sincronizadamente com o sistema de transporte.

Referindo-se a uma observação feita anteriormente, Salerno esclarece que a automação em si não caracteriza a passagem de tempo alocado para tempo imposto; isto só irá acontecer se, paralelamente à automação da movimentação e operação, houver uma automação da carga e descarga do equipamento. A automação da operação e da carga/descarga completaria o ciclo, diminuindo potencialmente o controle operário direto sobre o ritmo de trabalho.

2.2. TECNOLOGIA EMPREGADA NA METAL - MECÂNICA

Cabe especificar, antes de mais nada, o que se entende por metal-mecânica, afora a noção óbvia de que inclui todos os setores voltados para a transformação de metais. Este termo compreende o conjunto das plantas industriais dedicadas às seguintes atividades : fundição, forja, estampagem, corte, solda e tratamento térmico de diversos metais, mais a armação e montagem final de máquinas elétricas e não-elétricas, veículos e materiais de transporte e uma variada gama de equipamentos constituídos basicamente de componentes metálicos. Se seguirmos a terminologia inglesa, podemos dividir a metal-mecânica ("*metal-working industries*") em três segmentos principais: a chamada "*engineering industry*", a produção de bens metálicos ("*metal-goods*") e a produção de auto-veículos ("*motor vehicles*"). A "*engineering industry*", por sua vez, abarca entre suas atividades : a mecânica propriamente dita ("*mechanical engineering*") - maquinário e plantas para todos os outros setores da economia, incluindo agricultura, mineração, construção e todos os tipos de manufatura ; a produção de maquinário elétrico ("*electrical engineering*") e de instrumentos ("*instrument engineering*") (Freeman, 1985, p. 1). A título de esclarecimento, a maioria dos estudos retirados da literatura inglesa neste trabalho referem-se a "*engineering industry*", em especial à "*mechanical engineering*".

Katz (1982) coloca entre os principais traços particulares da metal-mecânica os seguintes : (a) o grande número e a

enorme diversidade de sub-processos necessários para a produção de um produto metal-mecânico ; (b) a amplitude e a complexidade da árvore de componentes que liga as peças, submontagem e produtos finais; (c) a universalidade (caráter de uso múltiplo) que possui uma parte mais ou menos importante do equipamento utilizado pelo setor; (d) o alto grau de substitutibilidade entre sub-processos e técnicas produtivas. Freeman (1985), ao tratar da tecnologia da da "mechanical engineering industry" observa que aí a tecnologia de processo varia mais de acordo com o tamanho do lote do que em função de diferenças no desenho do produto final.

As etapas mais características do processo de produção dessa indústria são o desenho (projeto), estágios posteriores da manufatura - principalmente usinagem - e a montagem final. Existe a possibilidade de realizar-se essa produção de forma descentralizada, utilizando redes de subcontratação, o que terá fortes implicações sobre o nível de custos. Na medida em que certos subconjuntos de peças são comuns a vários produtos finais, é possível operar uma padronização ou normalização desses itens e encarregar subcontratistas da sua produção.

A figura 2.2.1. nos dá uma idéia do conjunto de atividades típicas de uma empresa metal-mecânica trabalhando com pequenos lotes e a forma como estão encadeadas. As atividades específicas de transformação são as seguintes:

(a) preparação da máquina : trata-se de equipar e regular a máquina-ferramenta para a realização de uma operação específica. Compreende os seguintes serviços : escolher e montar as ferramentas apropriadas, fixar os avanços e as velocidades de corte

das aparas. Dada a operação a ser realizada na máquina para a produção da peça, a preparação toma um tempo fixo, independentemente do tamanho do lote. A eficiência econômica do serviço como um todo implica pois, em se estabelecer uma relação racional entre o tempo necessário à preparação e o tamanho dos lotes;

(b) carga e descarga da peça na máquina;

(c) transformação propriamente dita : Temos aí o desgaste do metal, solda, tratamento térmico, etc. A velocidade da operação está condicionada por dois tipos de restrições : (1) manuais - habilidade do operador; e (2) técnicas - tipo de máquina, tipo de metal, as ferramentas empregadas, o lubrificante utilizado, a complexidade da operação e o nível de tolerância permitido (Katz 1982, p. 12);

(d) inspeção e controle : várias formas de controle de qualidade são programadas para serem executadas durante o processo de transformação, algumas pelo próprio operador de máquinas.

É um tipo de processo, portanto, onde a qualidade da mão-de-obra tem um papel importante na determinação da eficiência global, já que ela influi sensivelmente no tempo de preparação, no tempo de transformação propriamente dito, no nível de tolerância alcançado e na taxa de refugos. Por outro lado, essa característica da metal-mecânica dá lugar a um importante efeito "learning by doing", que responde em parte por grandes diferenças de produtividade em plantas utilizando a mesma tecnologia.

Como nos referimos anteriormente à questão do tamanho dos lotes, convém esclarecer que a produção metal-mecânica pode se dar de três formas :

(a) Produção em grandes lotes - é o caso da fabricação de automóveis, de motores elétricos padronizados, etc. Nesse caso, a planta alcança uma produção quase contínua e uma parte do equipamento tende a ser específico para um dado subprocesso: são chamadas, pois, de máquinas dedicadas. Esse tipo de produção permite uma maior parcialização do trabalho, reduzindo os requisitos de qualificação da mão-de-obra.

(b) Produção seriada em pequenos lotes - temos aí a indústria aeronáutica e a de máquinas-ferramentas, por exemplo, que trabalham com pequenos lotes e um número anual de encomendas reduzido. A estrutura produtiva, pois, precisa ser mais flexível já que o número de itens tenderá a ser grande. As máquinas são geralmente agrupadas por funções (tornos, fresas, etc.), não se justificando economicamente o uso de equipamentos dedicados. Em comparação com o caso anterior, emprega-se aqui equipamentos de caráter mais universal e uma mão-de-obra de maior qualificação.

(c) Produção sob encomenda- exemplos típicos são a produção de turbinas, equipamentos para centrais hidroelétricas ou nucleares. A produção é também organizada por seções funcionais, sendo, porém, que devido ao maior número de itens fabricados comparativamente à produção em pequenos lotes, este tipo de planta tem uma maior complexidade organizacional.

Como está posto, o tipo de produção condiciona a maneira como se organiza o trabalho. Em um extremo, temos o equipamento constituído basicamente por máquinas-ferramentas de caráter universal e por um sistema manual de carga/descarga, transporte e controle de materiais. Um tipo de organização altamente flexí-

vel, mas com o inconveniente de "tempos mortos" (período em que a máquina fica parada) elevados e deseconomias de escala. No outro extremo, temos uma produção organizada através de um conjunto de linhas transfer especialmente projetadas para famílias específicas de peças, a serem produzidas em grandes lotes.

Entre os critérios básicos que estabelecem a forma particular de organização da produção a ser adotada, podemos citar: (a) o tipo de produto; (b) tamanho do mercado; (c) preços relativos dos fatores (Katz 1982, p.10). É importante ter isso em mente, já que a forma de organização do processo produtivo determina, por seu turno, a trajetória tecnológica possível de ser seguida pela empresa.

Dada a natureza das empresas que compõem a nossa amostra, a nossa maior preocupação é com a organização da produção em plantas produzindo em pequenos lotes. Antes, porém, de tratarmos disto é conveniente tecer alguns esclarecimentos a respeito das máquinas-ferramentas, uma vez que elas constituem o principal equipamento utilizado nessas empresas.

2.3. MÁQUINAS-FERRAMENTAS E A SUA OPERAÇÃO

é muito difícil compreender o significado de uma inovação desconhecendo a atividade sobre a qual ela veio a atuar. Nesse sentido apresentaremos aqui, ainda que brevemente, algumas noções básicas a respeito de máquinas-ferramentas (MFs). Essas definições foram extraídas, em sua maior parte, do trabalho de Sciberras e Payne (1985).

Dois tipos de máquinas-ferramentas são utilizadas para trabalhar metais. As primeiras dão a forma e o tamanho correto ao metal, cortando-o. Essas máquinas-ferramentas removem o metal cortando-o na forma de cavacos. As MF desta categoria são equipadas com motor, geralmente elétrico, e são pesadas demais para serem carregadas. Um segundo tipo de máquinas-ferramentas são as denominadas máquinas de conformação de metais, pois através delas o metal adquire uma forma via forja, estampagem ou corte (tipo guilhotina ou serra - diferente do tipo de corte em cavacos).

As primeiras, as máquinas-ferramentas de corte de metais, respondem por 80% da produção mundial de máquinas-ferramentas, e é aí justamente que o impacto do CN tem sido mais pronunciado. A aplicação do CN às MF de conformação de metais ainda é restrito. No caso brasileiro, por exemplo, fora do setor automobilístico é muito difícil encontrar prensas controladas por comando numérico. Um estudo realizado pelo NFCT/UNICAMP (1988) observou que das empresas da amostra que possuíam estamparia, apenas 11,5% (três empresas) possuíam aí alguma forma de automação.

No nosso trabalho trataremos das máquinas-ferramentas de corte de metais. Estas máquinas podem ser de vários tipos, de acordo com a operação que realizam. Abaixo temos uma lista das principais:

1. Tornos
2. Mandrilhadoras
3. Fresadoras
4. Furadeiras
5. Retíficas
6. Plainas
7. Brochadeiras

Nessas máquinas o corte do metal é realizado através de ferramentas de corte à base de metais especiais. Existem máquinas que cortam o metal através de descargas elétricas (eletroerosão). Essa, porém, é uma operação lenta e só justificável em se tratando de uma peça de elevadíssima complexidade. O seu emprego é restrito à ferramentaria. É difícil dizer qual dessas máquinas é mais complicada para se operar, dado que existem diversos modelos e o grau de complexidade da operação também varia bastante. De um modo geral, porém, pode-se dizer que uma fresa é mais sofisticada do que um torno, na medida em que na primeira, a peça permanece fixa enquanto giram as ferramentas de corte, ocorrendo o inverso na segunda. Os tornos também só possuem um eixo, enquanto uma fresa pode chegar a ter cinco.

Essas máquinas são susceptíveis de variados graus de automação a nível do controle, indo desde das controladas manualmente até as com comando numérico. A divisão que se faz entre as

MFCNs e as máquinas convencionais às vezes obscurece os diferentes graus de automatismo entre estas últimas. Além dos modelos mais simples, controlados manualmente, existem máquinas convencionais semi-automáticas ou totalmente automáticas, automação essa de base eletro-mecânica. O comando numérico, por sua vez, representa uma ruptura com a trajetória de automação eletro-mecânica, na medida em que o controle é exercido por um dispositivo programável. Atualmente, a maioria dessas máquinas possui o seu comando-numérico computadorizado (CNC), ou seja, o dispositivo programável passa a ser um microcomputador que oferece plena capacidade de processamento na própria máquina.

Previamente a essa divisão das MFs entre convencionais e CNC, já se as distinguia entre as de uso geral e uso especial. Além disso, essas máquinas podem ser padronizadas ou feitas sob encomenda. A tabela 2.3.1. ilustra essas divisões. Vejamos inicialmente a distinção entre máquinas de uso geral e as de uso especial.

(a) Máquinas de Uso Geral - Este grupo representa 60% da produção mundial de máquinas-ferramentas para corte de metais e realizam entre 60% a 80% de todos os serviços de usinagem (corte de metal). A sua principal característica é a flexibilidade, isto é, o fato de poderem ser empregadas na usinagem de uma variada gama de peças. Podem ser divididas ainda em máquinas de produção e máquinas universais. Enquanto as primeiras são empregadas para trabalhos em lotes, as outras estão voltadas para a execução de peças individualizadas nas oficinas ("workshop"). As de produção são utilizadas para trabalhos em lotes variando de 10 a 1000 unidades,

sendo típico o lote de 40 a 100 peças. Embora as máquinas universais sejam também capazes de executar trabalhos em lote, elas são utilizadas na usinagem de protótipos ou em trabalhos de peças individuais, com lotes de 1 a 10 peças. Tornos, centros de usinagem e retíficas utilizadas na usinagem de produtos como motores marítimos, equipamentos agrícolas e partes de motores elétricos são exemplos de máquinas de produção. Retíficas convencionais, fresadoras e centros de torneamento usados em trabalhos de oficina, treinamento ou na ferramentaria são casos típicos de máquinas universais.

(b) Máquinas de Uso Especial- Estas são máquinas dedicadas, ou seja, projetadas para a usinagem de peças ou famílias de peças específicas. Em comparação com as de uso geral, apresentam uma menor flexibilidade, mas, por outro lado, garantem significativas economias de tempo na produção das peças para as quais foram projetadas. Elas são mais caras que as máquinas de uso geral, mas produzem grandes quantidades mais rapidamente que as primeiras. Existem quatro tipos de máquinas de uso especial, capazes de executar uma combinação dos seguintes serviços : produção em alto volume ou em massa, trabalhos de precisão, usinagem de peças maiores ou mais pesadas, e usinagem de formas complexas.

(i) Produção em Massa - Trata-se de máquinas projetadas para a produção em alto volume de uma peça específica. Seu uso, dado seu elevado custo, só é justificado para lotes acima de 1000 peças. No caso se serem combinadas, formando uma linha transfer, a produção torna-se quase contínua. Um caso típico do seu emprego é na

indústria automobilística. Mais de 10% de todo o trabalho de corte de metal é executado em máquinas deste tipo.

(ii) Serviços de Precisão- O nível de precisão exigido para algumas peças as vezes não pode ser obtido em máquinas de uso geral. Algumas peças da indústria aeronáutica, por exemplo, tem de ser usinadas em centros de usinagem de alta precisão.

(iii) Peças de Tamanho ou Peso Elevados- A maioria das máquinas de uso geral foram projetadas para usinarem peças prismáticas ou torneadas relativamente pequenas. No caso, por exemplo, da usinagem de longarinas de asas para a indústria aeronáutica tem-se de utilizar uma fresadora de perfil.

(iv) Formas Complexas- Algumas peças, devido a complexidade de sua geometria, não podem ser executadas em máquinas de uso geral ou, quando isso é possível, o tempo necessário é demasiado. Justifica-se, então, o uso de um tipo específico de máquina especial. Temos o exemplo das máquinas de corte de engrenagem utilizadas na indústria automobilística ou de algumas retificas especiais usadas na produção de parafusos de esfera.

O uso dos três últimos tipos, contrariamente ao das primeiras, não requer a existência de lotes de grande volume.

Vejamos, agora, a distinção entre máquinas padronizadas e as feitas sob encomenda. Uma máquina padronizada, como se pode deduzir do próprio nome, é construída a partir de uma alta proporção de componentes padronizados, proporção esta variando entre 80% e 90%. As outras são construídas usando uma menor proporção de componentes padronizados, em função das necessidades específicas de cada cliente. A maioria das máquinas de uso geral são pa-

dronizadas, enquanto o contrário ocorre com as de uso especial.

A referência, na tabela, a máquinas isoladas deve ser entendida como aquelas máquinas desprovidas de qualquer mecanismo conectando-as com outras máquinas. Isto porque, como veremos adiante, existe a possibilidade de se construir sistemas de manufatura interligando as máquinas-ferramentas. Temos desde os tradicionais sistemas rígidos (linhas transfer) até os chamados Sistemas de Manufatura Flexível.

Fica ainda a questão do que é exigido do homem que opera essas máquinas. Convém aqui não se deixar enganar pelas generalizações imprecisas. A qualificação necessária ao operador e ao preparador dessas máquinas vai depender tanto do tipo de máquina quanto da natureza das operações a serem realizadas. Isso vale tanto para as máquinas convencionais quanto para as MFCNs. A correta avaliação dos impactos da tecnologia CN sobre as qualificações e o nível de emprego na indústria mecânica exige, pois, uma certa atenção para as especificidades de cada tipo de máquina e para o tipo de operação a ser realizada. Adiante trataremos destes aspectos com maior detalhe.

Dentro de uma perspectiva histórica, pode-se dizer que a atividade de usinagem de peças de metal executada em lotes (em oposição à produção em massa) tem sido um campo de maior dificuldade para a introdução de tecnologias de automação industrial. Entre os fatores que explicam esse fenômeno podemos citar a própria complexidade do produto e os baixos volumes de produção com os quais se opera. Nesse campo, existem trabalhos de natureza quase artesanal, como a fabricação de ferramentas e matrizes, on-

de não há repetibilidade. O texto abaixo nos dá uma idéia do que é o trabalho de um operador de MF convencional. Descreve a operação de uma fresadora :

"Antes que qualquer metal seja cortado, é necessário um cuidadoso planejamento. O operador determina o "set-up" (preparação) da máquina, estabelece a ordem das operações, e seleciona as velocidades de avanço da máquina. Um bloco de material - digamos, aço - é fixado na mesa da máquina, a ferramenta de corte é posicionada e a máquina é ligada. Assim que o bloco de aço toca a ferramenta de corte, a qual está girando rapidamente, faz-se necessário um operador com anos de experiência para detectar potenciais problemas e reagir corretamente face a eles. Uma ligeira mudança na cor do cavaco pode significar que a parte inteira irá empenar; uma pequena alteração no ruído da máquina pode significar um mau acabamento; um leve trepidar da ferramenta de corte pode resultar numa peça arranhada " (Shaiken, 1984, p. 18).

Muito mais delicado é o trabalho de um matrizeiro (operário que fabrica as matrizes para a estamperia). A partir de alguns desenhos ele deve produzir uma forma contorneada de metal capaz de estampar milhares de lâminas de aço. É uma função chave na fábrica, já que dela depende o funcionamento de toda a seção de estamperia. As matrizes são fabricadas individualmente e muitas vezes apresentam contornos bastante complicados. (idem, p. 29).

As qualificações na área de corte de metais dependem, pois, fundamentalmente da experiência; não se trata de um conhecimento transmissível por normas. Essa experiência do operador de

MF muitas vezes é crucial para a engenharia. Shaiken diz, por exemplo, que é comum encontrar-se um engenheiro com um conjunto de cópias de desenhos indo consultar um operador experiente a respeito da possibilidade de execução de uma peça. Frequentemente esse operador "redesenha" o trabalho a ser realizado.

A fim de tornar mais claro o que se modifica com a introdução do comando numérico, é útil esquematizar as várias atividades que compõem a operação de uma máquina-ferramenta :

- (a) a peça é transportada para a máquina,
- (b) a peça é colocada na máquina e é fixada,
- (c) a ferramenta correta é selecionada e inserida na máquina,
- (d) os parâmetros da operação (velocidade de avanço, por exemplo) são estabelecidos,
- (e) o movimento da ferramenta é controlado,
- (f) a ferramenta é trocada,
- (g) a peça é retirada da máquina,
- (h) a peça é transportada para outra máquina, para um almoxarifado ou para a montagem, e
- (i) todo o processo é monitorado para intervenção apropriada no caso de surgirem problemas (Edquist & Jacobson 1985, p.4)

A primeira geração de MFCNs modificou basicamente as tarefas (d) e (e). A informação necessária para a produção da peça ficava agora contida numa fita perfurada que era lida pelo Comando Numérico da máquina. Enquanto antigamente o operador executava a peça a partir de um desenho vindo da engenharia, na elaboração do qual ele algumas vezes participava, determinando ele mesmo a velocidade de avanço e controlando a posição da ferramen-

ta, com o CN dispensava-se essa atividade de sua parte. A concepção da operação passa a ser executada pelo programador das MFCNs. A geração mais moderna das MFCNs estendeu sua ação sobre outras tarefas. Muitas dessas máquinas realizam automaticamente a troca de ferramentas (tarefas c e d) e algumas já vêm equipadas com mecanismo automático de manipulação de materiais (b e g).

O advento da MFCN representou, pois, um dos primeiros e importantes frutos da "Revolução Microeletrônica" para a indústria. Trata-se de um avanço tão significativo em relação à máquina-ferramenta convencional que a National Commission on Technology, Automation and Economic Progress dos Estados Unidos a descreveu como "provavelmente o desenvolvimento mais significativo desde a introdução da linha de montagem móvel" (1). A superioridade do CN sobre a máquina convencional, como vimos, não reside num novo método de corte de metais, mas na capacidade que apresenta de operar segundo informações pré-codificadas. Age assim diretamente sobre uma das funções cuja automação sempre mostrou-se de grande complexidade na oficina de produção : a do operador qualificado. Nesse sentido, pode-se dizer que o comando numérico representa três décadas de experiência de oficina de produção e de refinamento tecnológico.

Comparando as MFCNs com máquinas automáticas com controle mecânico ajustável, Gebhardt & Hatzold (1974) enumeram as seguintes vantagens ligadas ao uso das primeiras :

1 Economias na Força-de-Trabalho - Uma furadeira CN pode substituir aproximadamente três convencionais; uma fresadora CN, duas a três convencionais; um centro de usinagem pode, por exemplo, rea-

lizar o trabalho de duas furadeiras, uma fresadora e uma mandrilhadora. Corretamente utilizada, pois, a tecnologia CN oferece a possibilidade de reduzir os custos com mão-de-obra.

2. Economias no Tempo de Usinagem - Os mecanismos de fixação das MFCNs são mais práticos de modo que os tempos mortos (quando a máquina está parada e a peça é fixada e medida em preparação para a operação) são significativamente reduzidos. A própria operação de usinagem geralmente toma menos tempo numa MFCN do que numa máquina convencional. Por fim, esses dois tipos de economia possibilitam um uso mais intenso das MFCNs.

3. Economias em Ferramentas e Acessórios - a uniformidade dos processos automáticos prolonga a vida das ferramentas e dos acessórios.

4. Melhoria na Qualidade - O posicionamento e o controle automático geralmente permitem maior precisão. Na produção repetida, desvios em relação à peça originalmente fabricada são impossíveis.

5. Redução de Rejeição e Refugo - erros e falhas na medição por parte dos operadores são eliminados. Também não ocorrem mais sinais de fadiga ou erros de transmissão.

6. Economias de Estocagem - graças à maior flexibilidade da produção é possível diminuir o nível de estoques de partes e componentes, assim como de produtos finais.

7. Outras vantagens - As MFCNs tornam economicamente possível a produção controlada automaticamente de peças complicadas (antes só se podia considerar operações manuais). Elas dotam ainda a empresa de maior capacidade de variar os seus modelos básicos em

resposta à demanda dos clientes.

O gráfico 2.3.1. apresenta uma avaliação das vantagens da tecnologia CN segundo as firmas cobertas pela pesquisa de campo dos autores.

Devemos lembrar, não obstante, que as referidas vantagens do uso do CN têm um caráter potencial; elas não se traduzem automaticamente em ganhos para o usuário. Elas vão depender crucialmente do serviço de apoio que a empresa organiza para as MFCNs (programação, preparação, manutenção, incluindo aí a capacitação da mão-de-obra) e também da estratégia concorrencial da empresa, que poderia concentrar-se em alguns pontos específicos dentro da gama de possibilidades da nova tecnologia. Isso ficará mais claro nos estudos de caso apresentados adiante e na própria pesquisa de campo.

Um breve histórico da MFCN dará mais clareza a esta discussão. O surgimento do comando numérico está intimamente relacionado com os esforços da Força Aérea Americana na área de automação industrial. É da colaboração desta instituição com o Massachusetts Institute of Technology (MIT) que surgem as primeiras contribuições na área. Em 1949, o Dr. J. Parsons do MIT apresenta as primeiras idéias sobre uma máquina-ferramenta acoplada a um computador: 1) armanezar num cartão perfurado os dados de uma trajetória; 2) ler automaticamente os cartões na máquina-ferramenta; 3) processar as informações dos cartões perfurados, gerando valores intermediários; 4) servo-motores deveriam comandar o acionamento dos eixos. O MIT concluiu a montagem de sua primeira máquina CN em 1952. Nessas primeiras máquinas o comando era ainda

à base de válvulas; o primeiro comando transistorizado só surge em 1960. O passo seguinte foi o desenvolvimento de uma linguagem de programação. A primeira, o APT, data de 1958 (2). Em 1965, foi criada uma MFCN capaz de efetuar a troca automática de ferramentas, e três anos mais tarde surgiu o primeiro Comando Numérico com circuito integrado. Os progressivos avanços no campo da microeletrônica ajudaram a reduzir substancialmente o custo da informação processada. Um passo bem mais significativo, contudo, foi dado em 1972 com o advento da primeira máquina CNC (Computer Numerical Control). Essa tecnologia foi ainda mais aperfeiçoada em 1976 com o acoplamento de microprocessadores ao CNC. Passou-se, deste modo, a se dispor de comandos com microprocessadores embutidos e capacidade de memória. O módulo operacional desses comandos foi projetado de forma que os dados embutidos na fita de papel fossem lidos para a memória, tornando-se possível, então, alterar os programas na memória através de um teclado no comando. Ao contrário do CN, o CNC é um comando genérico que através de um software pode ser configurado para diversos tipos de máquinas. Este tipo de comando facilita ainda a integração com outros equipamentos dentro de Sistemas de Manufatura Flexíveis (FMS), além de reduzir o custo da produção seriada. A sua criação e difusão é de especial interesse para o nosso trabalho por dois motivos : a) o CNC traz a possibilidade de uma maior participação do operador da MFCN (o que não significa necessariamente que este potencial seja explorado); e b) a introdução do CNC faz parte dos aperfeiçoamentos que aceleraram a difusão das MFCNs entre pequenas e médias empresas, em função da maior generalidade que conferem a es-

sas máquinas (Noble 1984, pag. 326-329 ; Shaiken 1984, pag. 107-113). Cabe notar que quase todas as MFCN vendidas atualmente no Brasil ou importadas trazem o Comando Numérico Computadorizado.

Uma vez vista a tecnologia do CN, surge quase naturalmente a pergunta sobre o tipo de firma que poderia beneficiar-se do seu uso. Do ponto de vista puramente tecnológico, quase não existem limitações ao seu emprego (Gebhardt & Hatzold 1974, p.48). Qualquer peça usinada em máquina ferramenta convencional é passível de ser fabricada numa MFCN. A questão correta, pois, é que tipo de produção justifica o emprego de uma MFCN, levando-se em conta o seu maior custo em relação à máquina-ferramenta convencional.

Já havíamos mencionado anteriormente que o tipo de produção da firma (grandes lotes, lotes pequenos seriados e sob encomenda) condiciona fortemente a trajetória tecnológica que ela irá seguir. O uso economicamente eficiente de MFCNs está, portanto, intimamente ligado com o tamanho dos lotes com que a empresa trabalha. Precisa-se levar em conta o programa de produção da empresa. Imaginemos inicialmente a produção de uma peça relativamente não sofisticada e da qual só se fará uso uma vez. Ora, nesse caso a produção através de uma máquina-ferramenta simples, operada manualmente, é a resposta mais racional. Já no outro extremo, para grandes quantidades, máquinas mecânicas automáticas constituem a opção mais eficiente, tanto individualmente quanto interligadas na forma de um sistema para execução de operações simultâneas ou consecutivas.

O emprego de MFCNs, de modo geral, é mais favorável para lotes de 5 a 50 peças. Quanto mais complicada for a geometria da peça a ser produzida e quanto mais frequentemente se tiver de repetir o mesmo programa, mais vantagens mostrará a MFCN. Justifica-se economicamente o seu uso no caso de grandes lotes que devem ser divididos em lotes menores para, entre outras coisas, diminuir o nível dos estoques.

Essa relação entre tamanho do lote, frequência de repetições e eficiência econômica no uso de MFCNs é mostrada no gráfico 2.3.2, extraído do trabalho de Gebhardt & Matzold (1974)(3).

A automação industrial na produção seriada está se dirigindo atualmente para a integração das MFCNs a outros equipamentos de base microeletrônica (robôs, sistemas automatizados de transporte, etc.) no sentido de constituir os FMSs. O fundamento deste processo está na noção de Tecnologia de Grupo (GT). Como já foi mencionado na seção 1, a tecnologia de grupo é uma técnica destinada a racionalizar a produção. Consiste em distinguir inicialmente grupos de peças de geometria semelhante, constituindo assim as "famílias". Os dados obtidos nessa etapa permitem uma maior padronização da produção, através da eliminação de alguns itens. A seguir, pode-se dispor as máquinas-ferramentas na forma de ilhas ou células de manufatura destinadas à produção de famílias específicas de peças.

Os conceitos de CAD (Computer Aided Designing), CAM (Computer Aided Manufacturing) e CAE (Computer Aided Engineering) levaram a automação industrial à sua atual fronteira, representa-

da pelo conceito de CIM (Computer Integrated Manufacturing). A noção sistêmica chega assim ao seu máximo; permite, por exemplo, que os dados geométricos de uma determinada peça sejam transferidos do CAD para o sistema CAM, e que esta seja confeccionada através das MFCNs, sem que o programador tenha que definir novamente a geometria da peça (4).

Essas novas formas de automação serão tratadas na seção seguinte.

2.4. UMA VISÃO SISTÊMICA DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Automação industrial não se resume à introdução de máquinas e equipamentos incorporando novas tecnologias, mas envolve ainda importantes modificações na estrutura organizacional da empresa. Foge ao escopo deste estudo abordar o conjunto das modificações organizacionais que ocorrem numa empresa passando por um processo inovativo. O que se tentará aqui, basicamente, é analisar conjuntamente, dentro de uma visão sistêmica, a incorporação de novos equipamentos e as inovações na programação e controle da produção das empresas. O nosso ponto é que as novas formas de automação industrial surgindo na metal-mecânica, mencionadas na seção anterior, exigem uma significativa reorganização da produção da empresa.

Um primeiro aspecto a ser abordado é o lay-out. A forma mais usual do lay-out na indústria mecânica com produção organizada em pequenos ou médios lotes é a chamada funcional, isto é, aquela onde as máquinas são agrupadas de acordo com o seu tipo: assim encontramos uma seção de tornos, uma seção de fresas, uma seção de retíficas, etc. (vide figura 2.4.1.c). Esse modo de organizar a produção reflete a forma dominante de especialização ocupacional baseadas em "ofícios" qualificados (Blackburn et alii, 1985, p.116). Uma questão importante aí é o controle do fluxo da peça, dependendo das suas especificidades de fabricação, entre as diversas seções da fábrica. A maioria das empresas realiza is-

so burocraticamente através dos planejadores da produção.

Quando a produção da empresa já é mais padronizada, em termos da sequência e tipos de operação, ela pode adotar o esquema do lay-out em linha (figura 2.4.1.a). Esta forma de lay-out é característica da produção em massa. Em comparação com a primeira, ela é muito mais rígida, só que implica numa significativa redução de custos. Um estudo de N.H. Cook (1975) (5) citado por Blackburn et alli (1985) calculou essa diferença de custo por unidade de produto entre a produção convencional em lotes e a produção em massa como sendo da ordem de 10 a 30 vezes. Existem aí dois fatores em jogo : o custo de preparação das máquinas entre a usinagem de um lote e outro e o tempo gasto no transporte do lote de uma seção para outra da fábrica. O fluxo do material nesse caso pode assumir padrões bem complexos e nem sempre racionais (figura 2.4.2.a). As máquinas podem ficar paradas por muito tempo, além disso. Na verdade, o tempo efetivo gasto na usinagem da peça é bem reduzido quando comparado com o tempo de preparação da máquina e de movimentação da peça.

Um resposta a esse problema foi a Tecnologia de Grupo, já explicada anteriormente. As economias básicas que o uso desta tecnologia pode proporcionar resultam de : (a) um fluxo simplificado dos produtos (figura 2.4.2.b) e (b) tempos reduzidos de preparação. Como passa a ser menor a variedade de produtos trabalhados em cada máquina, o tempo de preparação da máquina reduz-se em função das similaridades das peças que compõem uma mesma família.

Uma outra vantagem creditada à GT é a redução do nível de estoques, uma vez que ela favorece a produção em lotes meno-

res, substituindo os múltiplos ciclos de controle de estoque, característico da produção em massa, por um único ciclo de pequenos lotes de componentes produzidos regularmente de acordo com um cronograma de produção. Se a produção for organizada em torno de células (figura 2.4.1.c), de modo que células próximas produzam em paralelo os vários componentes de um produto, pode-se imaginar uma redução no tempo morto de máquina e no tempo necessário à movimentação das peças. Tudo isso torna a GT especialmente apropriada quando se trata de realizar variações no produto, uma vez que a sua flexibilidade permite que essas mudanças se dêem de modo mais rápido e causando menos transtornos na produção.

Fundamental para a viabilização da GT é a redução no tempo de preparação das máquinas. Nesse sentido é que foram criadas "famílias" de ferramentas e um setor específico para "pre-setting" (preparação externa das máquinas). O CN foi uma inovação importante na medida em que assegurou uma redução da preparação.

Em termos do uso da força-de-trabalho pode-se dizer que tanto o lay-out linear quanto o funcional podem ser acompanhados de uma crescente especialização na divisão do trabalho. Nos países industrializados, os sindicatos têm se esforçado bastante para deter esse processo; a proteção, porém, restringe-se a algumas funções bem especializadas. É o caso do operador altamente qualificado ("craftsman"). Já a mão-de-obra semi-qualificada, por exemplo, tende a experimentar uma maior rotinização de suas funções, podendo ocorrer uma desqualificação no exercício de seu trabalho. Nesse esquema, pois, tende a haver uma polarização entre um grupo de trabalhadores qualificados, que consegue evitar a

degradação de sua atividade, e outros, de menor qualificação, que não gozam de tal proteção.

Numa organização da produção em células à base da GT rompe-se com este esquema estanque de ofícios e surge uma tendência à polivalência, ou seja, ao trabalhador capaz de operar diferentes tipos de máquinas. É o que alguns chamam de enriquecimento de cargos.

Deve-se salientar, porém, que essas considerações são apenas possibilidades teóricas colocadas pelo modo de organizar o trabalho, não estando implícito que elas se concretizem nas empresas.

De fato, o estudo de Blackburn et alli (1985) mostra que na Grã-Bretanha, ao mesmo tempo em que se ampliou a difusão de MFCNs, notou-se um decréscimo no interesse pela aplicação da tecnologia de grupo. Ocorre que a própria concepção do CN já garante, por si só, algumas das economias prometidas pela GT. Nota-se, por exemplo, um crescimento no uso de centros de usinagem multifuncionais onde se reduz bastante o trabalho de transferência de peças, uma vez que essa máquina realiza várias operações. Embora o uso do CN facilite a implantação da GT, não se observou na Inglaterra a combinação em larga escala das duas. Talvez os problemas ligados à organização e racionalização dos fluxos de produção e as necessidades de um controle de estoque mais sofisticado tenham desestimulado algumas empresas que pretendiam utilizar a GT. Isso leva os autores a concluir que, pelo menos no caso inglês, as empresas tenderam a resolver os problemas ligados à produção em pequenos lotes mais pelo aspecto tecnológico do que

pelo organizacional.

É difícil dizer até que ponto essas observações podem ser generalizadas. A literatura especializada tem enfatizado cada vez mais a necessidade de unir o uso de tecnologia CN à Tecnologia de Grupo e a outras inovações organizacionais como Just-in-Time (JIT) e o MRP-II. Couto (1988), por exemplo, mostra que entre as MFCNs e o JIT e a GT existe um importante elo de ligação, que é a redução dos tempos de preparação das máquinas. O JIT significa fornecer a cada processo o que é necessário, quando necessário e na quantidade necessária. Esta técnica, pois, leva inevitavelmente a que a manufatura se estruture para a produção em pequenos lotes (1 a 50 peças). Este trabalho mostra também a influência da redução dos tempos de preparação das máquinas-ferramentas CNC via JIT sobre a Programação e Controle da Produção (PCP). No caso, por exemplo, de se programar 4 (quatro) itens 4 vezes ao mês, é possível programar a mesma produção para 4 vezes ao dia (figura 2.4.3.).

Além do JIT, pode-se utilizar também o MRP (Manufacturing Resources Planning) de modo a racionalizar a produção. As tabelas 2.4.1. e 2.4.2. descrevem as principais características destas técnicas. O objetivo é aproximar-se o máximo possível do "processo de manufatura ideal": "A matéria-prima chega de manhã e um produto acabado é expedido à tarde. Não há inspeção ou armazenamento - a matéria prima segue o fluxo contínuo do fornecedor para o produtor final, e daí para fora da fábrica. O tempo de resposta para reagir às necessidades do consumidor é muito mais curto. A penalidade consequente de erros na previsão de vendas é

reduzida ou eliminada. Gradualmente deixamos de fabricar para uma previsão de vendas e produção para dirigirmos nossos esforços para o atendimento direto da carteira de pedidos. A realimentação dos dados de qualidade é muito mais rápida, com correções mais imediatas. A qualidade aumenta. Já que a responsabilidade pela qualidade está de volta à fonte, que é o seu verdadeiro lugar, não há necessidade de policiar os fornecedores, a fabricação e a montagem. As operações de inspeção são todas eliminadas" (D. Mocsányi, 1988, p. 40)

Essas questões organizacionais terão, porém, inevitavelmente de serem enfrentadas quando se pretende acoplar as MFCNs a sistemas de manufatura mais automatizados, os chamados FMS (Sistemas de Manufatura Flexíveis). Temos, inicialmente, de esclarecer uma questão de terminologia, já que o termo FMS adquiriu diversas significações na literatura técnica.

Uma terminologia mais precisa dos sistemas integrados de manufatura que tentam introduzir algum grau de flexibilidade é proposta por Edquist & Jacobson (1988) :

1. Módulo Flexível de Manufatura (FMM) : compõe-se de uma MFCN isolada, equipamento de manipulação de material, como um robô ou um trocador de pallet (plataforma portátil usada no armazenamento e movimentação de materiais), e algum tipo de sistema de monitoramento. O FMM pode ser incorporado como um módulo dentro de um sistema maior.

2. Célula Flexível de Manufatura (FMC): consiste de pelo menos duas máquinas-ferramentas CN ou convencionais. Inclui também um mecanismo de manipulação de materiais. Pode-se ter um robô ser-

vindo algumas MFs dispostas em círculo ou em linha, por exemplo (figura 2.4.4.).

3. Sistema Flexível de Manufatura : contém várias máquinas-ferramentas universais ou especiais e/ou células de manufatura flexíveis e, se necessário, outras estações de trabalho manuais ou automatizadas. Estas são interligadas por um sistema automático de fluxo de peças , de modo que seja possível a usinagem simultânea de diferentes peças passando pelo sistema ao longo de diferentes rotas (figura 2.4.5:).

4. Linha Transfer Flexível : consiste de várias máquinas-ferramentas universais ou especiais automatizadas, mais um certo número de estações de trabalho (de acordo com a necessidade) interligadas por um sistema automático de transporte de peças de acordo com o princípio linear. Uma linha flexível de transferência é capaz de usinar simultânea ou sequencialmente diferentes peças, que correm ao longo da mesma rota.

Teríamos ainda, só que sem apresentar nenhum grau de flexibilidade, a linha transfer fixa, que consiste de um número de máquinas-ferramentas especiais dedicadas à produção de um único produto. Só depois de um longo período de preparação uma linha transfer fixa pode produzir uma variante do produto original.

Temos, assim, uma sequência onde o grau de automação vai depender da flexibilidade requerida pelo usuário, a qual, por sua vez, é função do número de diferentes peças a serem usinadas e do volume de produção anual de cada variante (o que está ilustrado na figura 2.4.6.). Edquist e Jacobson afirmam, por exemplo, que no caso de uma empresa produzindo um grande número de

variantes num volume muito baixo, a opção economicamente mais racional é o uso de MFCNs isoladas ou mesmo de MF convencionais.

Não vamos nos estender sobre o nível de difusão destes sistemas, já que num trabalho recente (Ferreira 1987) encontra-se um amplo e rigoroso estudo sobre isso. Vale mencionar, contudo, que todos estes sistemas, mesmo os mais simples, ainda estão numa fase incipiente de difusão, de modo que se torna um pouco arriscado apontar os impactos sobre qualificação, emprego e competitividade.

No caso dos FMM, mesmo o passo inicial, que é acoplar um sistema de carga e descarga automática numa MFCN ainda está longe de uma ampla difusão. As principais firmas japonesas afirmaram em 1983 que apenas 10% da sua produção de tornos CNC estava equipada com mecanismos programáveis para manipulação de materiais. Dados mais recentes sugerem uma aceleração na taxa de difusão, embora ainda não chegue a constituir-se num fenómeno de grande magnitude.

As FMCs, por sua vez, constituem uma configuração menos flexível do que as MFCNs isoladas ou as FMMs, destinando-se prioritariamente à usinagem de uma família de componentes. Isto quer dizer que ela opera idealmente, em termos de flexibilidade, dentro de uma gama de peças mais restrita do que as unidades acima mencionadas. O seu uso tem basicamente se restringido a grandes empresas, dadas as dificuldades tecnológicas envolvidas e o seu elevado custo. O período de pagamento de uma FMC, além do mais, pode estender-se por vários anos (Edquist & Jacobson 1988, p. 66).

Quanto aos FMSs propriamente ditos, aponta-se duas características :

(1) O fluxo de ferramentas e partes entre diferentes grupos de máquinas é automatizado. Normalmente, a manipulação das peças não é feita por um robô industrial, sendo utilizado para isso trocadores de pallet automáticos ou equipamentos feitos sob encomenda. O uso pouco intensivo de robôs deve-se, em parte, ao fato de que só alguns poucos FMSs possuem tornos CNC. Os robôs são utilizados com mais frequência na manipulação de peças em tornos CNC, que usinam partes rotacionais, enquanto a maioria dos FMSs compõe-se de centros de usinagem para produção de partes prismáticas.

(2) Uma utilização muito reduzida de trabalho.

Os ganhos econômicos teoricamente associados à introdução de FMSs, FMMs e FMCs estão relacionados com os seguintes pontos :

(1) Utilização mais eficiente das máquinas.

(2) Custos reduzidos para o trabalho em processo.

(3) Aumento da produtividade do trabalho.

(4) Maior flexibilidade do equipamento quando comparado a equipamentos de automação fixa.

Deve-se mencionar, porém, a extrema dificuldade de se organizar um sistema tão integrado e, em se organizando, de torná-lo economicamente justificável. Entre os principais problemas de um FMS podemos citar algumas limitações no grau de automação das máquinas CNCs. Contratempos ligados a desgaste ou quebra de ferramentas, necessidade de inspeção junto à máquina, lubrificação, resfriamento, etc. não foram resolvidos com os sistemas de

transferência mecanizados e continuam a exigir um certo nível de intervenção humana, muitas vezes, de caráter especializado. O aspecto crucial destes sistemas integrados é a confiabilidade, dado que se um dos componentes falhar, todo o sistema pára. É preciso, pois, introduzir um certo grau de redundância. Isto quer dizer, por exemplo, algum mecanismo que garanta, no caso da quebra de uma máquina específica do sistema, uma mudança na trajetória da peça ou componente sendo trabalhado, sem prejuízo das operações a serem executadas. Ora, coloca-se então um problema de custo. A viabilidade de um FMS, portanto, vai depender de um certo equilíbrio entre o grau de confiabilidade, o nível de redundância e o custo.

Uma pesquisa realizada em 1982 (6) cobrindo as 33 FMSs existentes nos E.U.A, mostrou que nenhum estava tendo um desempenho considerado satisfatório pelas empresas e que muitos constituíam-se em verdadeiras áreas de desastre. Do mesmo modo, um estudo feito na República Federal Alemã (Blumberg & Gerwin, 1981) concluiu que sistemas tão integrados como os FMSs estavam ainda além da capacidade organizacional da maioria das empresas. A crescente complexidade e o grau de integração dos FMSs dificultam ainda o controle de defeitos nas peças sendo trabalhadas. Geralmente, quando é detectada uma falha, outras peças ou até mesmo uma das MFCNs podem ter sido danificadas. O estudo alemão mostra ainda que com o aumento da complexidade dos sistemas utilizados muitas firmas tiveram de aumentar o grau de intervenção humana, o que de certo modo é paradoxal. A conclusão deles é de que a maioria das companhias obterão maiores benefícios utilizando tecnolo-

gias mais simples, cujo grau de complexidade pode ser gradualmente elevado, ao mesmo tempo que conservam o trabalho humano como uma parte importante do sistema.

Diz um especialista no assunto (7) citado por Edquist & Jacobson :

"Através da interconexão íntima das operações , o FMS coloca sob controle todos os custos de overhead que ocorrem entre as operações, tais como acumulação de lotes de peças, componentes rejeitados ou perdidos, outros que têm de deixar o piso de fábrica para a realização de alguma operação especial e acabam desaparecendo por meses e muitas outras coisas que ocorrem, as quais em conjunto respondem pelas fontes de atraso e custos de overhead em uma fábrica. Aplicado corretamente, o princípio do FMS elimina montanhas de papel tradicionalmente associados a essas fábricas obsoletas, e com a multidão de pessoas que lidam com esses papéis ou que gastam seu tempo corrigindo coisas que nunca deveriam ter dado errado, em primeiro lugar"(Edquist & Jacobson 1988, p.71). Os autores mostram que em muitas enquetes feitas junto a usuários destes sistemas, muitos ainda estavam incertos quanto à sua eficiência econômica. Um dos principais problemas apontados é a falta de eficiência dos sistemas de transporte interconectando as máquinas. Muito poucas firmas afirmaram terem alcançado com a introdução dos FMSs uma redução de custo no nível esperado.

Vimos, pois, que a concepção de um FMS é um modo de tentar aumentar a eficiência da produção em pequenos lotes mais pela via tecnológica. De outro lado, porém, as tarefas de usinagem e transferência de peças são fortemente dependentes de todo

um trabalho prévio de caráter organizacional. É necessário, pois, uma certa dose de integração entre a concepção das peças, a disponibilidade de ferramental e componentes, adequando essa produção a um certo cronograma.

Uma maneira de automatizar a esfera organizacional seria o uso do sistema CAM (Computer Aided Manufacturing), que na verdade consiste num sistema computacional controlando as operações da planta. O maior problema ligado à introdução de um tal sistema pela empresa é a coleta dos dados necessários ao seu funcionamento. Caso estes dados sejam incompletos ou imprecisos, poderá ocorrer um descompasso entre o programa de produção incorporado no software computacional e aquele que se verifica concretamente na fábrica.

Uma outra atividade que a microeletrônica permitiu automatizar foi a concepção das peças, que pode ser feita através de um sistema CAD (Computer Aided Designing). Esses sistemas, em suas versões mais sofisticadas, incorporam modelação sólida e tridimensional, assim como um procedimento estatístico capaz de avaliar aspectos tais como os fatores de stress. A maioria dos usuários do CAD, contudo, não o emprega para tarefas tão complicadas, sendo utilizado principalmente para a realização dos esboços das peças.

Existe ainda a possibilidade de se construir um sistema integrado CAD/CAM. O desenho da peça, com suas especificações, é gerado no CAD e a execução do serviço no piso de fábrica é controlada via CAM. O sistema pode também embutir um DNC (Direct Numerical Control) quando a usinagem é feita através de MFCNs. Nes-

se caso, junto com o desenho da peça, o CAD vai gerar automaticamente um programa para as MFCNs, que depois é transmitido diretamente para as máquinas de uma base central de computador, via CAM.

NOTAS AO CAPÍTULO 2

1. Citado por Shaiken (1984), pag. 66.
2. A programação das MFCNs nesta linguagem específica deveu-se aos vínculos com a Força Área dos E.U.A. Trata-se de uma linguagem bastante sofisticada, especialmente adequada à fabricação de peças de maior complexidade em termos de desenho e, portanto, particularmente ajustada à indústria aeronáutica. Posteriormente desenvolveram-se outras linguagens de programação (COMPACT II, PROMPT) que ajudaram a generalizar o uso do CN. Ver a este respeito Shaiken (1984, pag. 100) e Sabel (1982, pag. 69).
3. A comparação é feita entre quatro tipos diferentes de tornos ; um torno simples operado manualmente; um torno revólver "capstan" operado manualmente, com um mecanismo de pre-set (uma máquina "Pirex" semi-automática); um torno automático de dois fusos e com mecanismo de came eletro-hidráulico (uma máquina "Findofat" cambiável, totalmente automática, controlada mecanicamente) e um torno CN simples ("Pinumat"). As máquinas custavam respectivamente DM 30.000, DM 63.000, DM 122.000 e DM 178.000. Temos, então, que para a produção de um lote de até 25 peças em uma única operação, a máquina operada manualmente mostra-se a mais econômica. O uso da CN é recomendável para lotes entre 25 e 300 peças e, além desse valor, a máquina semi-automática é a que incorre nos

menores custos unitários por peça. Agora, se a mesma quantidade tiver de ser dividida em cinco lotes, a CN mostra-se a mais econômica para um tamanho de lote entre 2 e 70 peças (10 e 350 no total). Além desse número e até um valor de 3500 peças, é recomendável o emprego da máquina semi-automática e, para quantidades maiores, dever-se-ia usar a totalmente automática. Se a produção em lotes tivesse de ser repetida até 100 vezes (mesmo para a produção de uma peça por vez), já não se justificaria o uso de uma máquina operada manualmente. Até 10 peças por lote, dever-se-ia usar a MFCN e, além de 100, a máquina totalmente automática.

4. A revista BUSINESS WEEK de 16/06/86 traz uma reportagem sobre os últimos desenvolvimentos neste setor de fronteira empreendidos pela indústria americana: "High Tech to the Rescue". A idéia é que os principais benefícios do CIM advêm da automatização do fluxo de informações através da fábrica. Isso elimina não apenas os custos diretos do trabalho, mas também aquela parte significativa dos custos (geralmente em torno de 45%) atribuída ao trabalho indireto, gerenciamento intermediário e outros "overheads" (pag. 85).

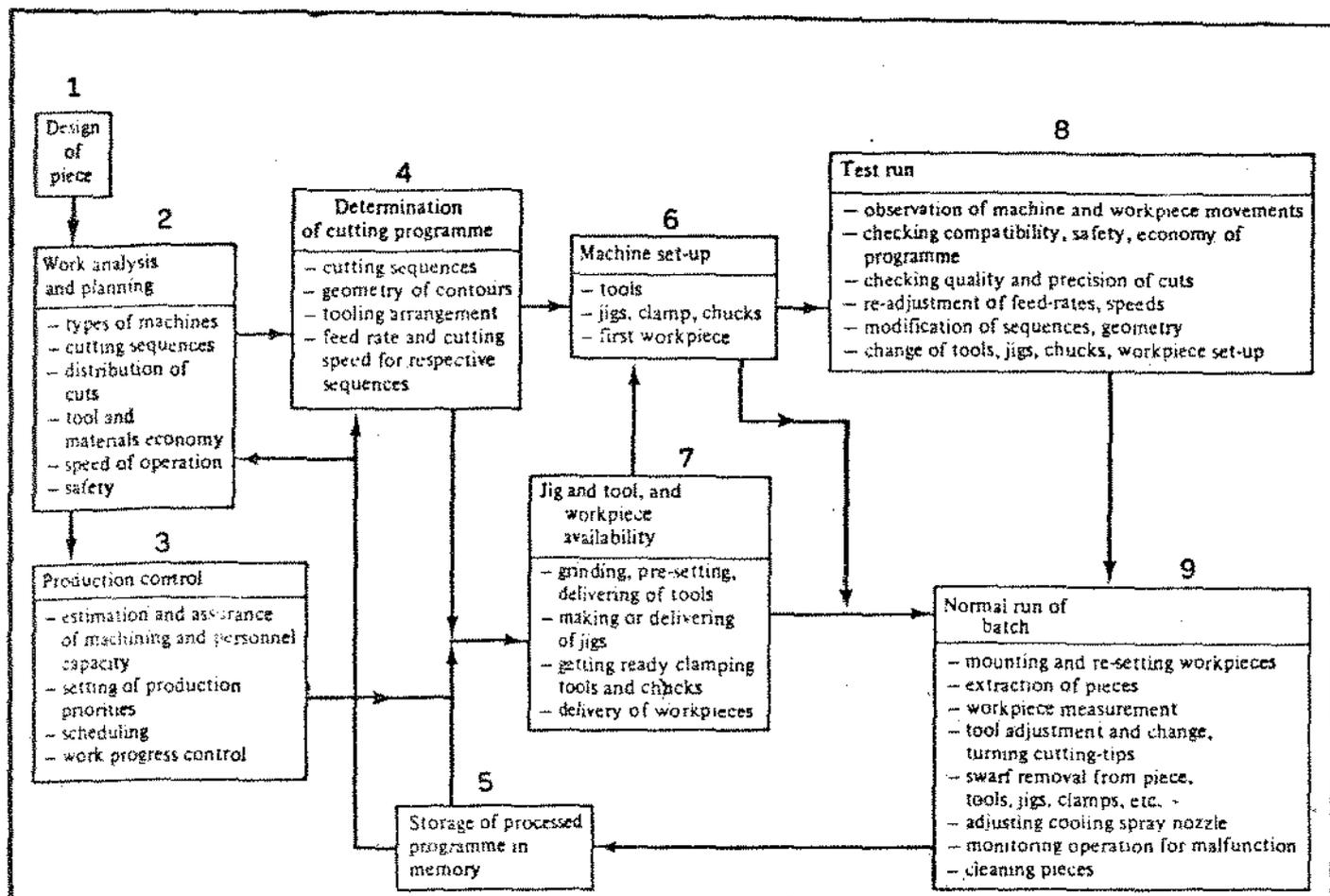
5. Cook, N.H. "Computer-Managed Parts Manufacture", *Scientific American*, February 1975, pag. 23-28.

6. "Computing", 14 de outubro de 1982, citado por Blackburn et alli (1985 pag. 137).

7. Dempsey, P.A., "New corporate perspectives in FMS" in Rathmill (ed.), *Proceedings of the 2nd International Conference on Flexible Manufacturing Systems*, IFS Publications - North Holland, 1983, pag. 3-17.

APÊNDICE AO CAPÍTULO 2

FIGURA 2.2.1.
CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DE TAREFAS DE USINAGEM



Fonte : Adatado de Sorge *et alii* , 1981, pag. 55;
in Blackburn *et alii* , 1985, pag. 139.

Obs. A legenda em português encontra-se na página seguinte.

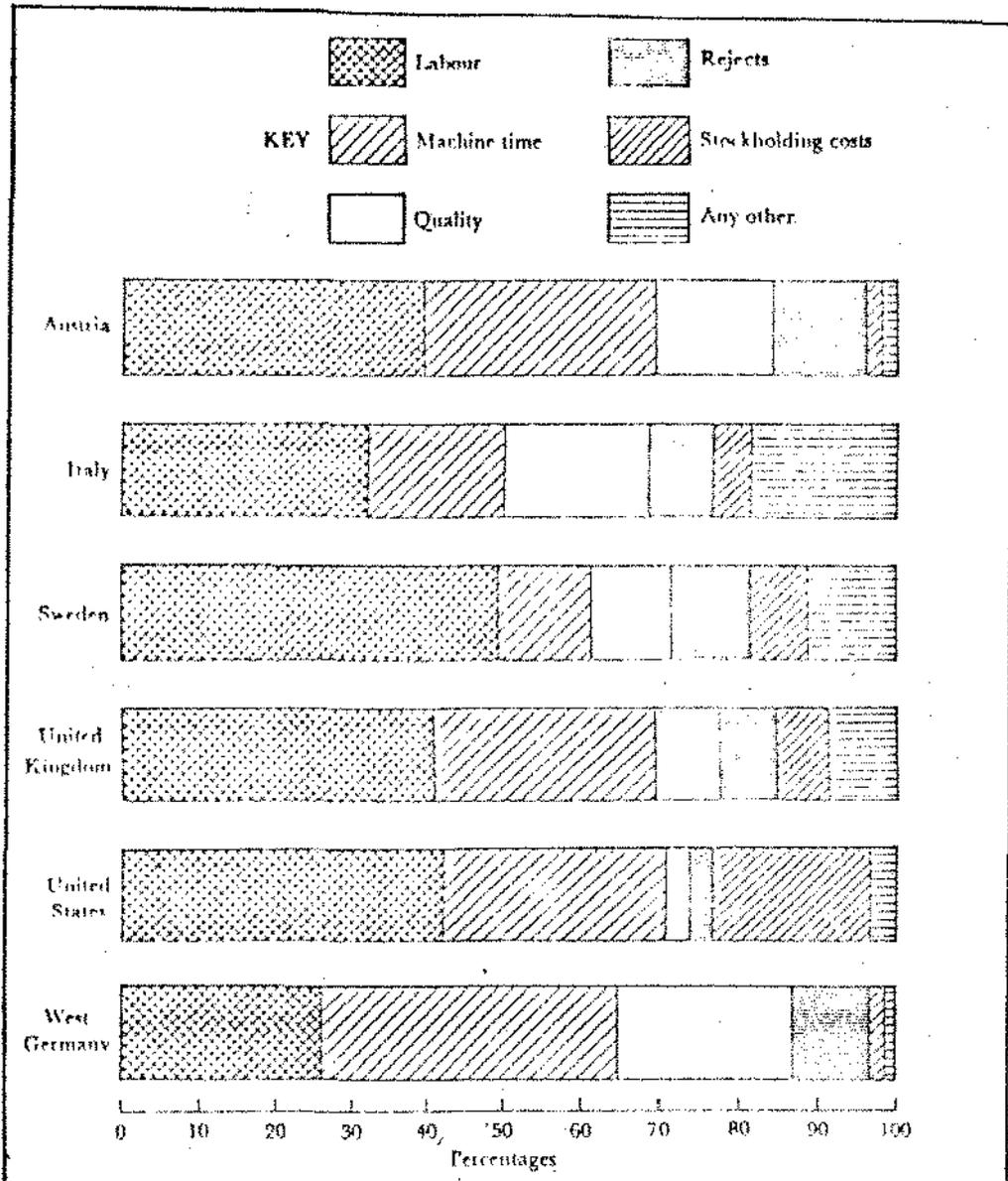
TABELA. 2.3.1

EXEMPLOS DE PRODUTOS DA MODERNA INDUSTRIA DE MAQUINAS-FERRAMENTAS

	U S O G E R A L		U S O E S P E C I A L	
	PADRONIZADA	SOB ENCOMENDA	PADRONIZADA	SOB ENCOMENDA
CONVENCIONAIS Maquinas Isoladas	Tornos revolveres Fresadoras	Tornos com barramento mais longo	Retificas de gabaritos	
Sistemas				linhas Transfer
CNC Maquinas Isoladas	Tornos CNC, Centros de Usinagem	Centros de usinagem com cabecote mais alto e barramento mais longo	Mandrilhadoras de gabaritos CNC	Centro de usinagem de alta precisao com magazine de ferramentas mais estenso
Sistemas	Celulas de Manufatura Flexiveis (FMC)	Sistemas de Manufatura Flexiveis (FMS)	Maquinas de corte de engrenagens CNC alimentadas por robo	Linhas transfer versateis

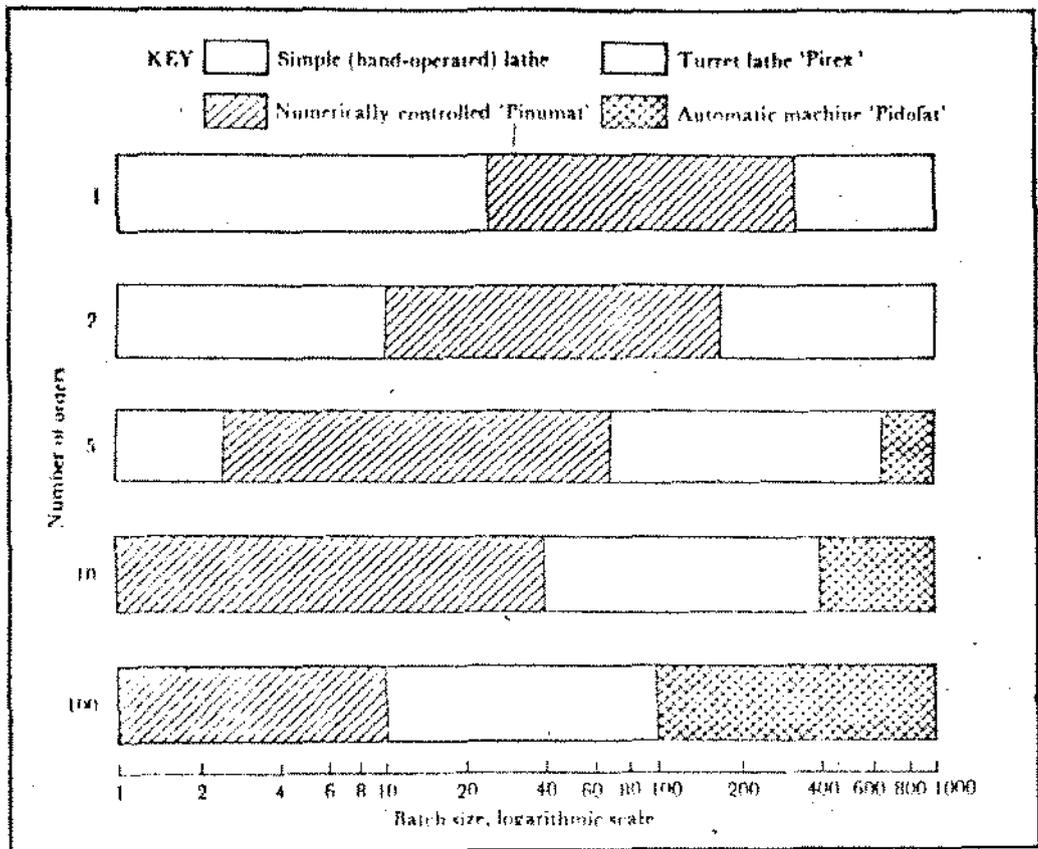
FONTE: Sciberras & Payne (1985), pg. 20.

GRÁFICO 2.3.1.
AS VANTAGENS DAS MÁQUINAS COM COMANDO NUMÉRICO



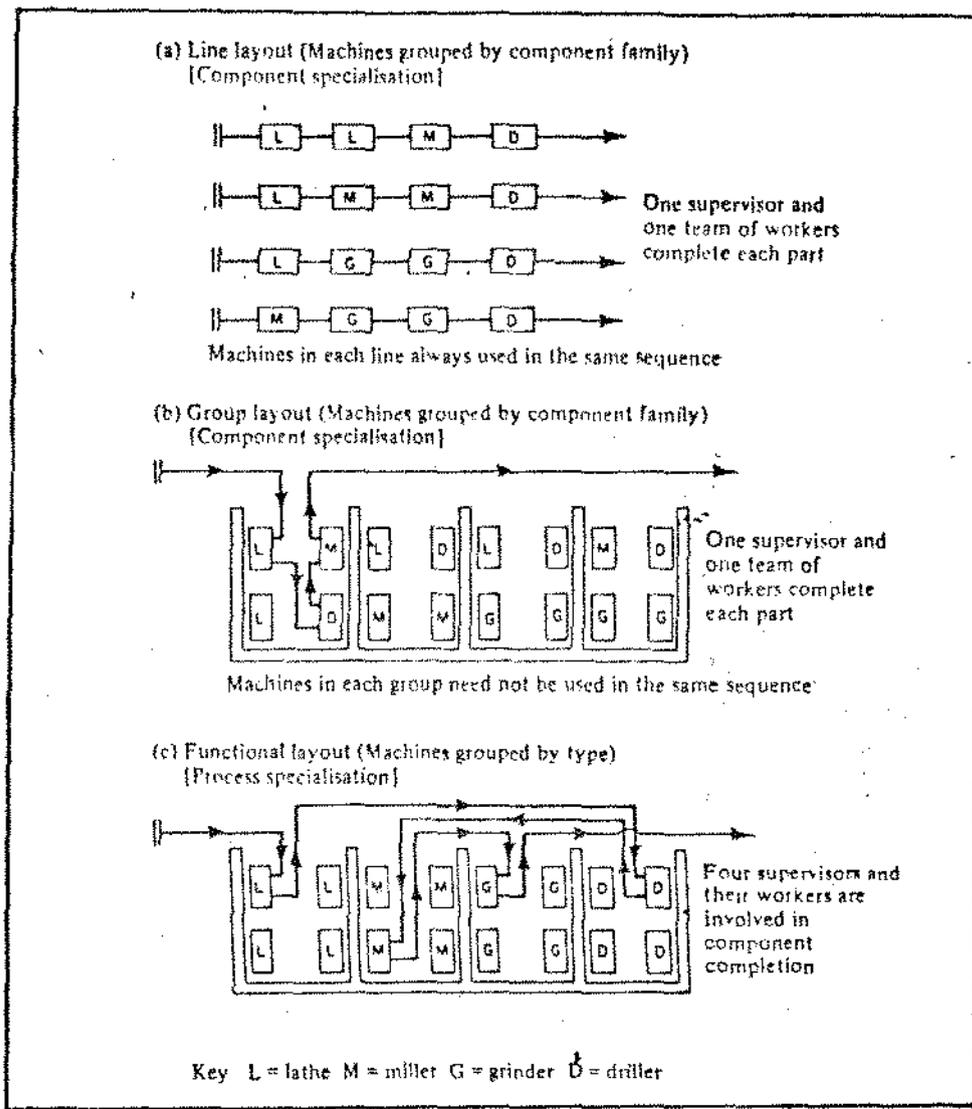
Fonte: Gebhardt & Hatzold , 1974, pag. 26.

GRÁFICO 2.3.2.
CUSTOS MÍNIMOS DE PRODUÇÃO EM VÁRIAS MÁQUINAS EM RELAÇÃO AO TAMANHO DO LOTE E NÚMERO DE ENCOMENDAS



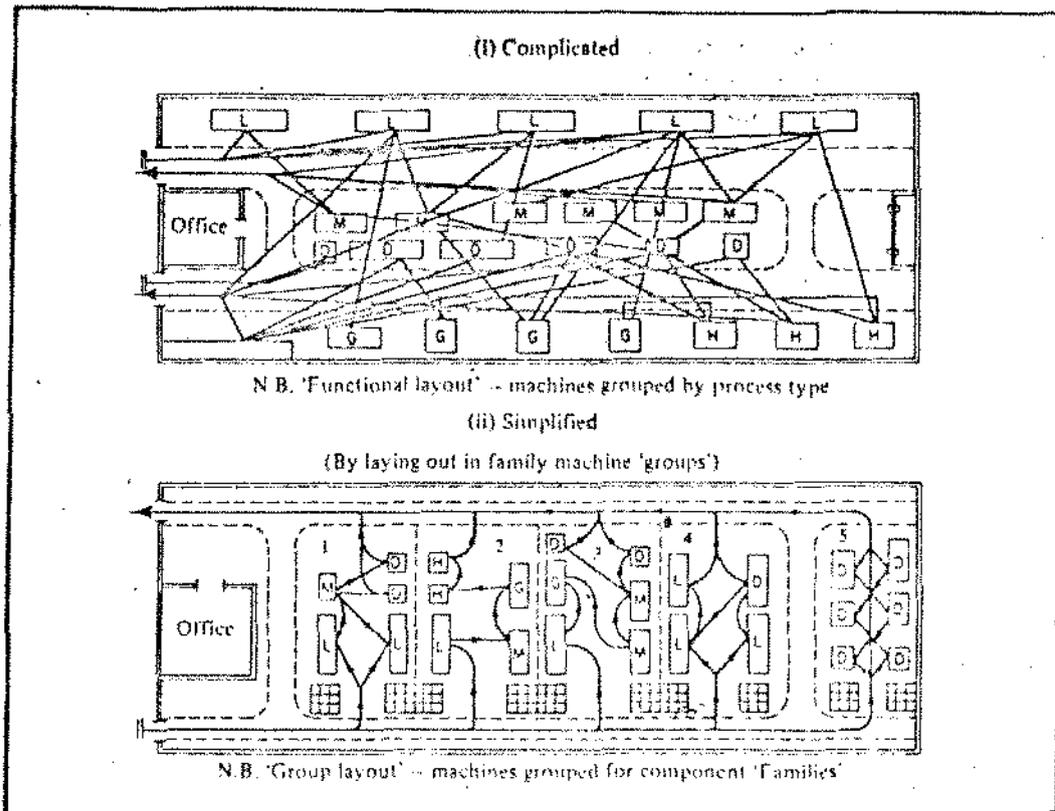
Fonte: Gebhardt & Hatzold, 1974, pag. 46.

FIGURA 2.4.1.
TIPOS DE "LAY-OUT"



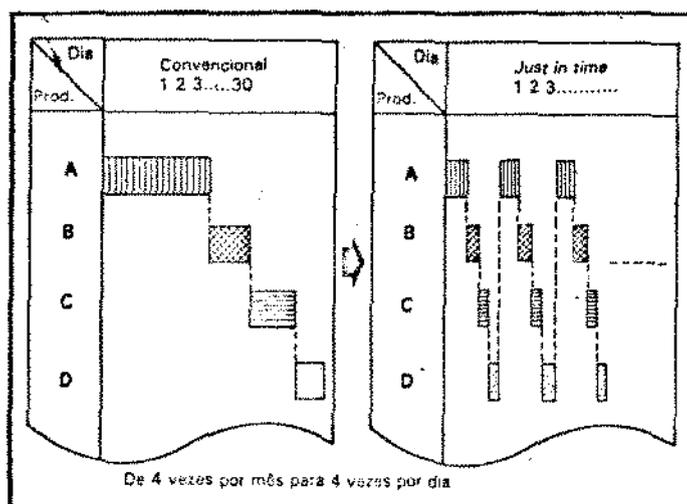
Fonte: Adaptado de Burbidge, 1975 ;
in Blackburn et alli, 1985, pag. 117.

FIGURA 2.4.2.
SIMPLIFICAÇÃO DO FLUXO DE MATERIAL



Fonte: Adaptado de Burbidge, 1975;
in Blackburn *et alii*, 1985, pag. 119.

FIGURA 2.4.3.
PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO



Fonte: Mocsányi, 1988, pag. 38.

TABELA 2.4.1.
O MRP II

<p>Precisão de:</p> <ul style="list-style-type: none">• Controle de estoques• Listas de materiais• Roteiros de fabricação <p>Longos horizontes de planejamento</p> <p>Planos válidos e integrados para:</p> <ul style="list-style-type: none">• Vendas• Programa-mestre• Capacidade e material• Financeiro <p>Programas-mestres estáveis</p> <p>Programas válidos</p> <p>Entregas pontuais</p>

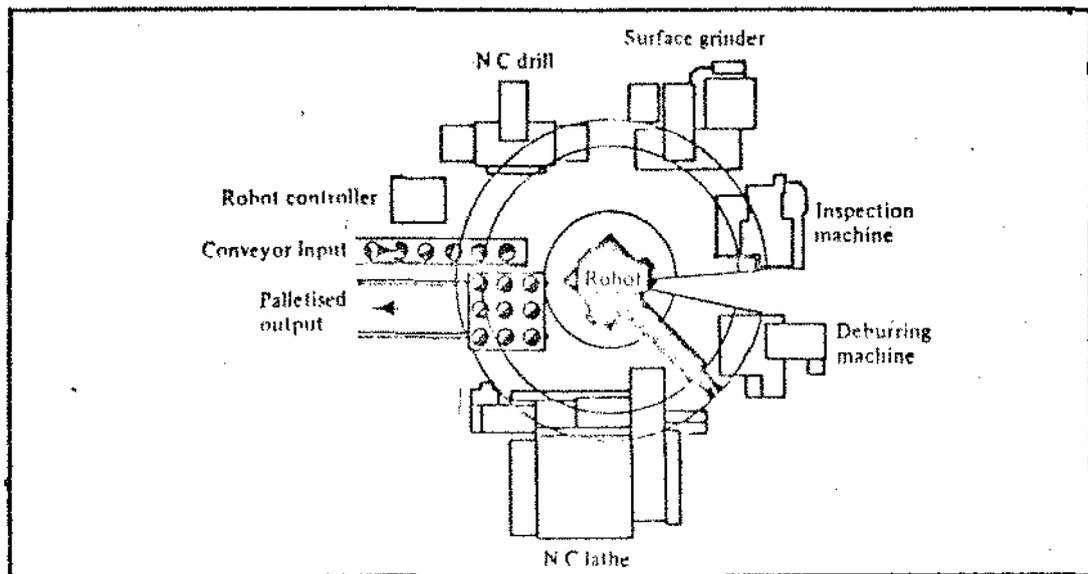
Fonte: Mocsányi, 1988, pag. 40.

TABELA 2.4.2.
O "JUST-IN-TIME"

<p>Os enfoques do JIT</p> <ul style="list-style-type: none">• Qualidade do produto e dos componentes• Redução do tamanho do lote• Redução de tempos de preparação de máquinas• Redução do tempo de produção• Redução do produto em processo• Confiabilidade do fornecedor• Envolvimento do pessoal• Redução de burocracia/transações administrativas• Redução de custos com software/hardware

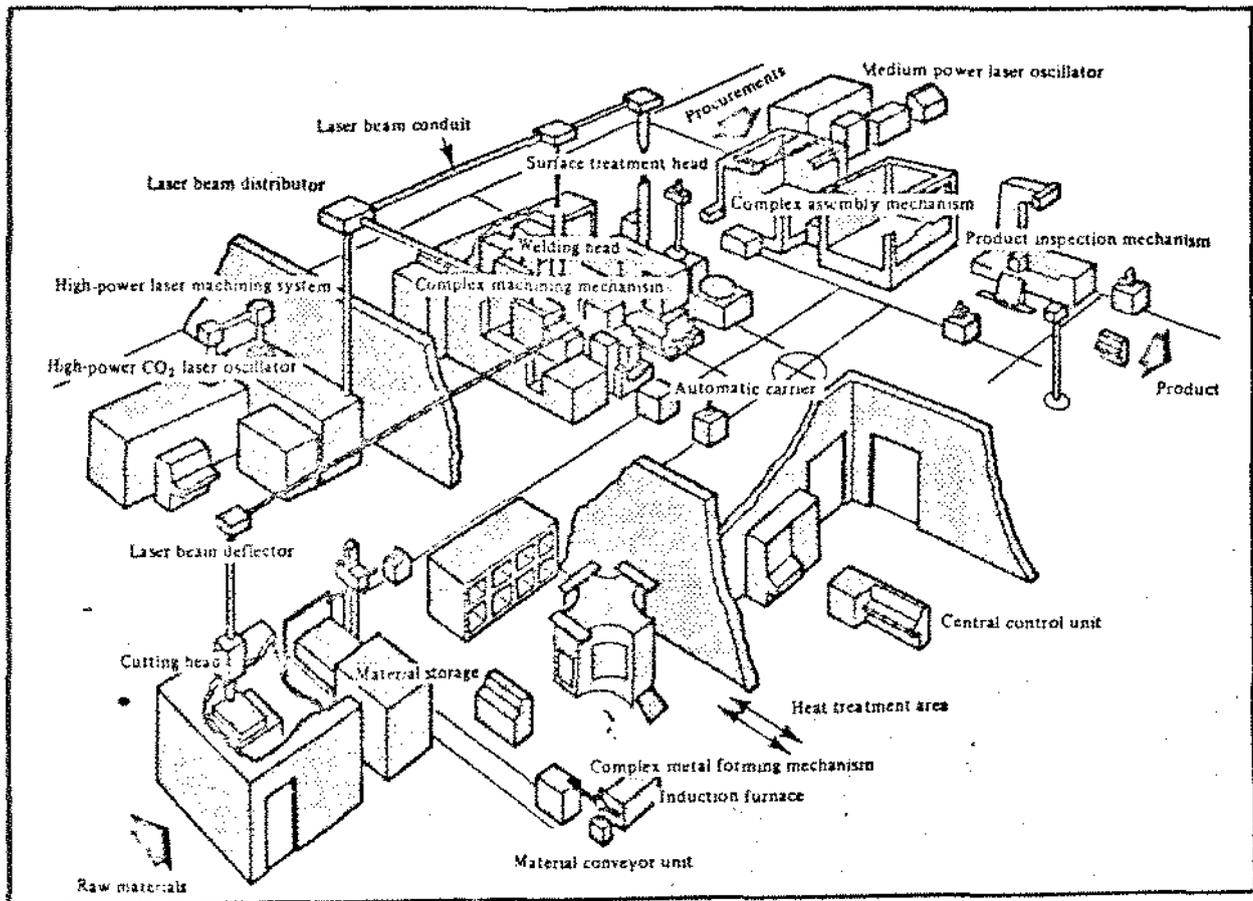
Fonte: Mocsányi, 1988, pag. 40.

FIGURA 2.4.4.
CÉLULA FLEXÍVEL DE MANUFATURA



Fonte: Technology Week, nº 2, fevereiro, 1982;
in Blackburn et alii, 1985, pag. 134.

FIGURA 2.4.5.
SISTEMA FLEXÍVEL DE MANUFATURA



Fonte: Financial Times, Novembro 3, 1983;
in Blackburn *et alii*, 1985, pag. 135.

CAPÍTULO 3 : EXPERIÊNCIAS COM O USO DE MFCNs : IMPACTOS SOBRE QUALIFICAÇÃO, EMPREGO E COMPETITIVIDADE

INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é discutir parte da literatura existente a respeito do uso de máquinas-ferramentas de Comando Numérico. Alguns dos trabalhos apresentados estão mais preocupados com os ditos impactos sociais da nova tecnologia - efeitos sobre qualificação e nível de emprego - enquanto outros estão mais voltados para a dinâmica de difusão do CN e sua relevância para a competitividade das firmas.

Numa primeira seção, estão agrupados estudos tratando da introdução de MFCNs em alguns países europeus. Em geral, estão mais voltados para as modificações ocorridas na organização do trabalho decorrentes desta nova tecnologia, tendo um enfoque mais sociológico. Há, porém, um trabalho de C. Freeman onde os determinantes propriamente econômicos têm um maior destaque.

A seguir, abordaremos a situação de dois países latino-americanos no que se refere ao emprego de MFCNs : Argentina e México. Além de serem realidades mais próximas da brasileira, estes estudos nos parecem importantes na medida em que ambos salientam um aspecto focal de nossa tese : a difusão da tecnologia CN entre

pequenas e médias empresas (PMEs). Contrariamente ao Brasil, nestes dois países os usuários têm facilidade em adquirir o equipamento importado, com preços bem mais razoáveis que os praticados no mercado brasileiro. A indústria de bens de capital destes países, contudo, particularmente a do México, encontra-se num estágio menos avançado que a brasileira. A Argentina possui um produtor local de MFCNs, embora os comandos continuem a serem importados e o México até recentemente importava a totalidade de suas MFCNs. Dada a escassez de dados, porém, não foi possível estabelecer uma comparação mais rigorosa da difusão e emprego das máquinas CNs nestes países com a experiência brasileira.

O caso brasileiro ocupa a terceira seção deste capítulo. Começamos pelos trabalhos pioneiros de J.R. Tauile, já bastante conhecidos dos estudiosos da área, os quais complementaremos com alguns trabalhos mais recentes de outros pesquisadores e do próprio Tauile. Como o leitor observará, o setor de autopeças ocupa uma certa preeminência entre os setores estudados. Isso deve-se não só à composição da nossa própria pesquisa de campo, mas também ao fato de tendo sido este um dos setores mais atingidos pela crise dos anos oitenta, foi, talvez em consequência, um dos que mais investiu na automação flexível como forma de enfrentar uma demanda interna flutuante e aumentar sua penetração nos mercados externos.

3.1. O EMPREGO DAS MFCNs NOS PAÍSES INDUSTRIALIZADOS

Um dos estudos mais interessantes da literatura inglesa sobre o tema é o trabalho de B. Jones (1982), onde este autor questiona a análise dos "radicais" americanos (sobretudo Braverman) quanto ao impacto das novas tecnologias de automação industrial sobre o nível de qualificação dos trabalhadores. O autor toma como exemplo o emprego de MFCNs na Grã-Bretanha.

Jones, ao contrário de autores como Braverman, não acredita num poder inerente e unilateral do capital em aumentar seu controle sobre o trabalho, via crescente subdivisão das tarefas e apropriação das qualificações associadas com a sua realização. Recusa-se a adotar uma concepção tão determinística. O nível e a composição das qualificações de uma empresa seriam determinados de modo bem mais complexo, sendo necessário levar em conta três importantes fatores: (a) a tradição, a força e a estratégia dos sindicatos; (b) as características físicas do produto e a estrutura do seu mercado; (c) o tipo de equipamento e as características do processo de produção (tamanhos dos lotes, por exemplo) da empresa. É preciso ter em mente, pois, que a natureza dessas três condições coloca limites à capacidade da gerência de centralizar o controle e incrementar a fragmentação do trabalho.

Quando passa a tratar do caso específico da difusão das MFCNs na indústria britânica, o autor mostra, de início, a dificuldade em precisar os efeitos desta tecnologia sobre o emprego.

Embora os dados disponíveis não apontem para um declínio na magnitude do "craft employment", Jones considera temerário afirmar que as MFCNs não afetem o padrão de emprego das indústrias onde se difundem. Em primeiro lugar, a proporção das CNs no total das máquinas-ferramentas passou de 0.65% em 1971 para 1.32% em 1976, além do mais as MFCNs são geralmente operadas em três turnos, algo que não é geralmente realizado com as máquinas convencionais. O problema é que, como as MFCNs podem ser operadas com mão-de-obra "craft" ou "non-craft", qualificada ou semi-qualificada, torna-se difícil avaliar quais categorias foram mais atingidas. Um outro fato relevante neste sentido, é o peso dos centros de usinagem no conjunto do parque de MFCNs inglês (na época da pesquisa de Jones chegava a 1/3). Uma vez que esse tipo de máquina acopla várias tarefas de usinagem, ela é considerada aquela que tem um maior impacto poupador de mão-de-obra. As principais atividades atingidas pelo uso dos centros de usinagem são a transferência de peças (trabalho não qualificado) e a preparação de ferramentas (trabalho qualificado). Ademais, como se argumentará mais detalhadamente em outro capítulo, a tecnologia do CN não ficou restrita às grandes empresas. Os dados recolhidos por Jones referentes à Inglaterra mostram que os estabelecimentos de 10 a 499 empregados detêm 60% do estoque de MFCNs. As firmas da categoria de menor tamanho, 10 a 49 empregados, respondem por 21% deste estoque contra os 12% das firmas na categoria de 500 a 999 empregados.

São apresentados alguns achados interessantes de Bell e Tapp (1972) (1) em relação ao uso de mão-de-obra nas MFCNs:

(a) os "craftsmen" especializados ou menos versáteis tendem a ser alocados com menos frequência nas MFCNs do que os "craftsmen" versáteis (hábeis no uso de diversos tipos de máquinas).

(b) O papel da divisão de funções na distribuição das qualificações : onde os operadores continuaram a desempenhar a preparação do ferramental, pertenciam a categorias de alta qualificação. Quando a operação - preparação eram realizadas por trabalhadores diferentes, o nível geral de qualificações diminuía, sobretudo em relação à operação. Esses autores perceberam ainda uma relação entre o tamanho dos lotes e o desempenho dessas funções. Quanto maiores os lotes, maiores as chances de se encontrar atividades de preparação especializadas e operadores menos qualificados. Com lotes pequenos, estas atividades tendem a ser ambas desenvolvidas por um operador qualificado.

(c) firmas maiores utilizavam mão-de-obra "craft-trained" com menos intensidade, provavelmente em função da sua capacidade de treinar internamente sua própria força-de-trabalho.

Um outro aspecto que Bell e Tapp tentaram dar conta foi a persistência no uso de uma mão-de-obra nas MFCNs cuja qualificação era bem superior à tecnicamente esperada para o manejo dessas máquinas. Os motivos levantados são de natureza eminentemente não técnica : pressão dos sindicatos, inércia da gerência em criar programas de treinamento para a mão-de-obra semi-qualificada, a localização das MFCNs em plantas compostas basicamente de máquinas-ferramentas convencionais. A idéia destes autores é de que como não existe nenhum padrão de uso da mão-de-obra intrínseco à tecnologia CN, uma vez que se implanta um modelo caracteri-

zado pelo uso intensivo de mão-de-obra qualificada , torna-se difícil desviar-se dele. A força do movimento sindical provavelmente desempenha um importante papel no sentido de garantir um padrão de uso onde se verifica um elevado nível de qualificação da força de trabalho.

Um dos primeiros aspectos explorados por Jones na sua pesquisa de campo foram os motivos para a aquisição das MFCNs. Observa a forma gradual com que essas máquinas foram introduzidas, geralmente, uma ou duas de cada vez, e , com exceção de uma empresa subcontrada, as novas máquinas não eram vistas como parte de uma estratégia separada do uso da tecnologia CN. Na maioria dos casos, as MFCNs encontravam-se espalhadas entre as máquinas convencionais (Jones, 1982, p.191). Destaca que nenhum dos entrevistados mencionou a redução da mão-de-obra como um fator importante na decisão, mesmo quando pressionados nesse sentido. Jones responde ao contra-argumento de que um gerente dificilmente confirmaria tal coisa diante de um sociólogo , com a constatação da própria dificuldade em se medir as reduções dos custos salariais advindas do emprego dessas máquinas. O autor não crê que considerações desse tipo determinem a introdução de MFCNs, embora possam ser levadas em conta. O que todos os gerentes mencionaram foi a escassez de trabalhadores qualificados como uma forte influência na compra deste novo equipamento, junto, é claro, com aspectos ligados a uma maior qualidade e redução dos tempos mortos. Um dado significativo é a divergência a nível das próprias firmas quanto à intensidade do uso das máquinas CNs e dos ganhos daí advindos. Jones observou numa das visitas o comprometimento total,

quase a nível de esperança "messiânica" da engenharia com a tecnologia CN, já pensando inclusive na instalação de um DNC, enquanto os estratos gerenciais mais elevados tendiam a ser bem mais cautelosos a esse respeito.

Contrariamente às teses de Braverman, Jones não percebeu em nenhuma das firmas entrevistadas tentativas de revisar o sistema de controle e comunicação operário-gerência em função da introdução das MFCNs.

As formas de organização do trabalho de usinagem nas MFCNs nas firmas entrevistadas eram bastante distintas, o que reforça a idéia de que não existe nenhum padrão pré-estabelecido de uso da mão-de-obra ligado à tecnologia CN. Duas das firmas trabalhavam com uma divisão rigorosa entre operadores e preparadores. Ambas alegaram assim procederem em função da escassez de mão-de-obra qualificada. Um outro estabelecimento utilizava uma combinação de preparadores-operadores junto com preparadores e operadores. Só que aqui os preparadores não desempenhavam nenhuma atividade de supervisão, como era o caso das duas primeiras, e quase 50% dos operadores eram oficiais especializados ("craftsmen"), enquanto as anteriores tinham seu próprio programa interno de treinamento de operadores CN. Nas duas restantes, as atividades de preparação e operação eram realizadas sempre por um mesmo operário, sendo que em uma (a subcontratada) não havia oficiais especializados operando as MFCNs, enquanto na outra a maioria dos operadores pertenciam a esta categoria. Jones comprovou ainda a relação apontada por Bell e Tapp (1972) entre o tamanho dos lotes e a execução dessas operações.

A seguir aborda a maneira como as atividades dos programadores, planejadores-programadores e operadores estão articuladas. O argumento de Jones é que os conhecimentos necessários para a atividade de programação não são completamente independentes da experiência de chão de fábrica. Algumas noções sobre o desempenho do ferramental e das qualidades do metal, necessárias à programação, são quase que propriedade exclusiva dos preparadores e operadores mais qualificados. Afirma que muito dos seus entrevistados trabalhando na área de programação/planejamento e sua supervisão, tinham dúvidas quanto à possibilidade de que uma maior informatização via CAD e criação de um banco de dados sobre ferramentas e materiais pudesse eliminar essas qualidades dos programadores (idem p. 194).

A maioria das firmas preferia que seus programadores fossem ex-aprendizes, com experiência de usinagem. A tecnologia do CN não chegou ao ponto ainda, até a pesquisa de Jones, de superar a necessidade de certo conhecimento prático de usinagem de metais, adquiridos só com a experiência do chão de fábrica, de modo a permitir um planejamento/programação mais independentes. Esta observação de Jones pode ser questionada em face dos desenvolvimentos mais recentes. O uso do CAD na elaboração do projeto e o advento do DNC tendem a separar bem mais as atividades de planejamento/programação da experiência concreta do chão-de-fábrica.

A conclusão do texto é de que como os três fatores apontados de início como determinantes dos níveis e composição de qualificação variam de modo tão amplo entre as firmas, não é lí-

cito falar de um processo geral de redução das qualificações como faz Braverman.

Alguns autores consideram que o grau de indeterminação do trabalho de Jones acaba conduzindo-o a uma posição ambivalente. Se, por um lado, o esquema por ele proposto põe em evidência a complexidade das forças em jogo, fugindo de uma abordagem determinística, por outro termina por ser "agnóstico" a respeito da dinâmica geral do processo de trabalho (Blackburn et alii, 1985, p. 115). Essa crítica, porém, é feita sem explicar qual a necessidade de se ter uma crença definida a este respeito, a não ser que se considere qualquer tipo de fé sempre preferível à dúvida. Estes autores acreditam na possibilidade de se construir uma análise estrutural "mais adequada" das mudanças recentes no processo de trabalho.

A nossa posição é de que , não sendo o processo de trabalho o elemento determinante na dinâmica capitalista, mas sim determinado por outras considerações que se reportam basicamente à esfera da concorrência, torna-se difícil pensar num modo "mais estrutural" que o proposto por Jones. Na medida em que o processo de trabalho não tem condições de se determinar endogenamente, qual a capacidade ou utilidade de um tal modelo mais definido ? Uma vez que ele tem de se adequar a uma dinâmica mais geral, da qual ele não é senão que um elemento periférico, não há como suprir esse grau de indeterminação a não ser que se seja capaz de explicar adequadamente o funcionamento dos determinantes fundamentais do processo concorrencial e como eles se articulam com o processo de trabalho.

O processo de difusão das MFCNs no Reino Unido é também tratado no trabalho de C. Freeman (1985). As firmas de eletrônica foram as pioneiras na aplicação do CN, cooperando com usuários sofisticados da indústria aeroespacial. As firmas tradicionais de máquinas-ferramentas ingressaram com um certo atraso nesta tecnologia e não dispunham das qualificações necessárias para inovarem nos sistemas eletrônicos, de modo que a "caixa-preta" era fornecida por firmas de eletrônica, enquanto as primeiras se limitavam a fornecer os elementos mecânicos.

O que se observa é que a computadorização se espalhou de modo desigual e fragmentado em vários processos e funções da "engineering industry" britânica nos últimos vinte anos. Diz Freeman: "Ilhas de automação foram estabelecidas num mar de atividades ainda conduzidas numa base tradicional" (Freeman 1985, p.50). O processo que ocorre hoje é a interconexão dessas ilhas, formando os FMSs, como já foi comentado no capítulo dois. Segundo a maioria das estimativas, o Japão é líder mundial na difusão de FMSs, seguido pelos E.U.A. e Suécia. No início de 1984, só havia dois FMSs funcionando no Reino Unido, sendo que outros vinte sistemas estavam em construção ou em variados estágios de implementação.

Freeman acredita que Kaplinsky (1984) (2) esteja correto ao apontar os sistemas CAD/CAM como os principais desenvolvimentos fomentando a integração "inter-esferas" na indústria, em vez dos FMSs. Estes sistemas podem incluir ainda as CMM (Coordinate Measuring Machines), que são um aspecto essencial do processo de inspeção e controle de qualidade para muitos produtos e

componentes da "engineering industry". Um número crescente de CMMs estão sendo produzidas com um CNC, o que traz para o setor de inspeção as mesmas vantagens verificadas na usinagem. Poucas (se existir alguma) células hoje em operação incorporam CMMs, mas algumas em desenvolvimento já o fazem. Uma segunda linha de desenvolvimento seria instalar sistemas de inspeção nas próprias máquinas-ferramentas CNC. Menciona o conceito de "sistematização" utilizado por Perez (1985) (3). Freeman procura mostrar como as implicações da microeletrônica vão muito além do que foi mencionado. A "sistematização" ultrapassa a reestruturação interna das funções da firma e se estende por toda a rede de fornecedores de materiais e componentes e também sobre a rede de distribuidores.

Ao discutir as tendências quanto à produção, produtividade e emprego, Freeman procura relacionar a queda na produtividade do capital ocorrida na "engineering industry" com dois fenômenos relacionados às inovações técnicas já discutidas :

(1) Uma tendência a retornos decrescentes com inovações incrementais e economias de escala nos equipamentos e plantas eletromecânicos mais antigos dos anos sessenta. Cada safra sucessiva de novas plantas era mais cara, mas apresentava menores incrementos de produção e poupava mais trabalho.

(2) Um fracasso inicial em explorar o potencial total em termos de produtividade das novas tecnologias por causa do padrão fragmentado de implementação e da falta de qualificações necessárias.

Diz ele : "O elevado investimento inicial nos sistemas mais avançados de automação junto com a inexperiência e falta de qualificações das firmas que os adotaram inicialmente, mais a

sub-utilização de capacidade estão entre as principais razões subjacentes à queda de produtividade do capital nos anos sessenta e setenta, aliadas a um crescente viés poupador de mão-de-obra na mudança técnica. A possibilidade de reverter essa tendência depende em parte de um aumento do efeito "*learning by doing*" associado à experiência do usuário, de uma utilização mais completa da capacidade e de futuras inovações técnicas que reduzam o custo de uma posterior automação" (Freeman 1985, p. 77-78).

A sua conclusão é de que o capital é geralmente utilizado de forma ineficiente na indústria britânica e que os ganhos potenciais de investimentos nas novas tecnologias citadas ainda não foram realizados. A realização desses ganhos irá depender dos seguintes fatores : (1) da qualificação da gerência e da força de trabalho; (2) de mudanças nos esquemas de turno e sistemas de manutenção; (3) da informação disponível aos trabalhadores e no grau de envolvimento destes; (4) do sistema de treinamento e de outros fatores institucionais.

É possível, segundo Freeman, apontar para algumas tendências de longo-prazo associadas com a automação na "engineering industry" :

- (1) Um forte aumento das qualificações de elevado nível científico e tecnológico da gerência nas áreas de projeto, engenharia de sistemas, P & D , marketing e serviços técnicos.
- (2) Algum aumento em outras qualificações e ocupações gerenciais, mas uma queda nas ocupações de supervisão a nível de gerência intermediária.

(3) Uma maior necessidade de tecnólogos. Com uma maior difusão do CAD, a necessidade de desenhistas provavelmente diminuirá.

(4) Uma lenta queda na necessidade de operários especializados ("craftsmen") com as qualificações tradicionais. Por algum tempo, esta tendência poderá ser contrabalançada pela requisição de operários especializados na manutenção, com uma gama de qualificações mais elevada, incluindo conhecimentos de eletrônica.

(5) Uma queda na demanda por operários não qualificados.

Uma discussão mais específica dos efeitos das novas tecnologias de automação industrial sobre o emprego, inclusive abordando o caso do Terceiro Mundo, é encontrada em Schmitz (1985). Fazendo uma resenha da literatura internacional sobre o tema, o autor procura mostrar a dificuldade metodológica em classificar uma certa parcela do desemprego como tecnológica, separando este aspecto dos efeitos das políticas monetárias e fiscais. Mesmo que se consiga comprovar os efeitos negativos das novas tecnologias sobre o emprego em firmas específicas, "porém, o macro-efeito líquido não pode ser avaliado com base em dados relativos a firmas ou setores específicos" (idem, p. 648). Lembra também que, em relação à introdução da automação de base microeletrônica, vive-se ainda uma fase de transição, que poderá durar anos, e durante a qual o impacto sobre a mão-de-obra poderá ser bem diverso do efeito a longo prazo. No caso dos países em desenvolvimento que são apenas usuários dessas novas tecnologias, incapazes de instalar uma base produtiva própria, os efeitos negativos sobre o emprego poderão ser maiores, já que grande parte dos estímulos dinâmicos serão canalizados para o exterior.

Quando aborda a questão controversa das qualificações, Schmitz tenta fornecer uma explicação para a existência de opiniões tão díspares. O problema principal estaria na abordagem dos pesquisadores : "A maioria dos estudos encomendados por equipes de treinamento profissional ou por empresas privadas (e órgãos filiados) examina basicamente a questão sobre os setores em que deverá ocorrer escassez de mão-de-obra. O fato de se exigir novas qualificações, atualmente escassas (sem as quais as recém-criadas tecnologias não poderão funcionar) é com frequência interpretado como indício da necessidade de aumentar o nível geral de qualificação da força-de-trabalho. Por outro lado, a maioria das pesquisas realizadas por estudiosos contratados por organizações de trabalhadores ou que se identificam com estas, dá mais destaque aos efeitos sobre trabalhadores e qualificações atualmente existentes e , portanto, ressalta acima de tudo, a perda de empregos e qualificações" (idem , p.656).

Uma seção bastante interessante do trabalho de Schmitz é aquela em que ele discute a questão do salário-confiabilidade. A introdução de novas tecnologias de automação estaria associada a uma tendência dos empresários em estabilizar a sua força-de-trabalho, seja em função do maior treinamento requerido para algumas tarefas, seja em função do próprio custo destes equipamentos. Haveria, então, um movimento no sentido de pagar salários mais altos e oferecer possibilidades de promoção na empresa aos funcionários ligados às novas tecnologias. Comentando o caso das MFCNs , Schmitz mostra como o elemento humano continua ser um fator importante na otimização da utilização dessas máquinas. Este

fato representa um problema constante para os administradores, pois torna-se necessário um nível máximo de utilização para que se possa garantir um rendimento satisfatório do equipamento. A ampla pesquisa sobre as implicações da microeletrônica na automobilística conduzida dentro do projeto BRA/82/024-OIT/PNUD/IPLAN (1987) constatou esse fato. Afirma, por exemplo: "Em todas as categorias há um aumento significativo dos atributos ligados à confiabilidade. Mais responsabilidade, atenção, cuidado e interesses no trabalho são exigidos, sendo que estes quesitos, além da qualificação, foram os mais importantes na seleção do pessoal remanejado para a nova linha" (p. 160). E mais adiante: "... a empresa não criou qualquer diferencial formal de salários para os trabalhadores nas linhas AME (com automação de base microeletrônica). (...) Não obstante, há um sutil diferencial real, resultando do sistema de recrutamento interno adotado para as novas linhas (...) a busca de trabalhadores do topo de suas respectivas categorias, e portanto melhor remunerados que a média, foi a estratégia escolhida pela empresa para atender suas exigências de confiabilidade e cooperação, decorrência da complexidade dos equipamentos e da meta central da excelência da qualidade do novo carro" (idem, p.177).

Um dos mais minuciosos trabalhos sobre a lógica de utilização das MFCNs é o de Sorge et alli (1981). Este estudo estabelece uma comparação entre as formas de uso encontradas na Inglaterra e na Alemanha Ocidental. Relaciona os seguintes fatores como essenciais para compreender a maneira como se dá o uso deste equipamento: tamanho da planta ou companhia; periodicidade e ta-

manho dos lotes, tipo de máquina de corte ; hábitos e instituições nacionais quanto ao trabalho técnico, gerência e treinamento; condições sócio-econômicas (falta de matérias-primas, tamanho dos mercados, ritmo de crescimento da economia , etc.).

O estudo apontou para uma correlação positiva entre o tamanho da planta e do lote e o aumento da estrutura burocrática (isto é, um departamento específico de planejamento) e uma maior polarização das qualificações entre operadores e preparadores/programadores. O tempo necessário para a elaboração de um programa também influi nessa divisão do trabalho : quanto maior esse tempo, mais a programação tende a ser dissociada da operação. Duas observações, contudo, são necessárias. Os autores afirmam que essa diferenciação de funções estava mais ligada a uma tentativa da gerência de obter uma máxima utilização de um maquinário caro do que em ampliar seu controle via fragmentação do trabalho. Em segundo lugar, essa separação entre planejamento/programação e operação não implica necessariamente uma polarização das qualificações. Geralmente, peças que demandam uma programação mais complicada e demorada, incentivando a empresa a separar a programação da operação, têm de ser usinadas em MFCNs mais sofisticadas. A operação dessas máquinas requer, por sua vez, a alocação de um operador com maior nível de qualificação. Essa dinâmica compensa, de certo modo, a tendência à desqualificação decorrente da fragmentação das atividades de programação e operação.

As diferenças nacionais também foram consideradas relevantes. Eles se referem às formas específicas de treinamento e as

políticas de organização do trabalho desses dois países, quando procuram explicar por que na Inglaterra a programação tende mais a ser uma ocupação de escritório ("white-collar") enquanto na Alemanha havia um maior equilíbrio entre a programação feita na máquina e a realizada no departamento de planejamento.

Ao tratar do quarto fator na base da lógica de utilização das MFCNs - as condições sócio-econômicas - o estudo de Sorge *et alii* estabelece um elo entre a difusão dessas máquinas e os padrões de concorrência da fase atual do capitalismo. Uma das características do período recente é a crescente importância da diferenciação tecnológica dos produtos como forma de assegurar ou expandir a fatia de mercado. As empresas estão assim procurando responder a necessidades mais particularizadas do mercado. Ora, essa crescente sofisticação e variação dos produtos é frequentemente obtida através do desenho de peças e componentes mais complexos. As operações a serem executadas nas máquinas-ferramentas passam a ser mais delicadas e a exigirem níveis de tolerância mais rigorosos. Estaria aí, pois, o ganho qualitativo da tecnologia CN, que de certo modo supera os seus ganhos propriamente quantitativos, medidos como redução dos custos de produção.

O fenômeno da desqualificação fica duplamente subordinado quando encaramos o processo sobre este ângulo. Em primeiro lugar, entre as reduções de custo propriamente ditas (passíveis de serem mensuradas quantitativamente) as economias advindas da substituição de trabalhadores qualificados por outros semi-qualificados é limitada quando contrastada com outras economias de capital, levando-se em conta a crescente intensidade de capital das

empresas. Em segundo lugar, essas reduções de custo, enquanto ganhos da nova tecnologia, estão em segundo plano em relação aos ganhos qualitativos, concretizados numa maior qualidade dos produtos.

A experiência francesa com o uso de MFCNs, destacando seus impactos sobre as qualificações e os programas de treinamento, é tratada no texto de B. Olivier (1984). A partir de uma pesquisa de campo própria e dos resultados de outros pesquisadores, este autor traça um quadro do impacto das MFCNs sobre cada grupo profissional de uma empresa (tabela 3.1.1.). Apresentaremos aqui suas principais conclusões para cada uma das atividades atingidas pela introdução da tecnologia CN.

(1) Programação.

O perfil do profissional que a empresa irá alocar nessa função depende, em larga escala, da complexidade das peças a serem usinadas. No caso de peças muito complexas, por exemplo, a firma tenderá a recorrer à programação automática, de maior desempenho, mas mais abstrata. O programador será, então, recrutado entre técnicos de nível superior. Um outro recurso observado é proporcionar uma formação continuada aos preparadores de máquinas para que eles possam executar o mesmo serviço, só que de uma maneira menos abstrata.

Se o tipo de peça com que a empresa trabalha é mais simples, utilizando uma programação de mais fácil manejo, o normal é que os programadores sejam selecionados entre os operários da usinagem, que serão treinados para esse fim. O autor nota que frequentemente as firmas combinam essas duas formas de recrutar

mento de modo a ter um perfil de qualificações mais amplo entre seus programadores. Equilibra-se, assim, a experiência no setor, seja a nível de conhecimentos ou mesmo de idade. Um conhecimento mais abstrato de programação é combinado com a experiência prática de usinagem.

(2) Operação.

A experiência francesa mostra que as empresas não têm uma idéia muito clara das qualificações necessárias para a operação de uma MFCN. De modo geral, porém, pode-se dizer que dois elementos principais são levados em conta na alocação dos operadores numa máquina CN : adaptabilidade e motivação.

O conceito de adaptabilidade está intimamente ligado à idade, sendo que as firmas dão preferência a trabalhadores jovens de 25 a 30 anos, com alguns anos de experiência no setor.

Quanto à motivação há vários aspectos a serem considerados. Inicialmente, o autor nota uma certa resistência dos trabalhadores mais jovens a exercerem trabalhos manuais e a atração que o trabalho numa MFCN passa a ter para eles. Um trabalhador experiente de máquina convencional, por sua vez, dificilmente veria numa MFCN uma oportunidade de melhor exercer suas habilidades, posto que o seu grande valor reside justamente na sua destreza manual. Obviamente a motivação vai depender também em grande parte das classificações salariais. Muitas vezes a mudança de alocação, o treinamento e a promoção dão-se conjuntamente. Em alguns casos, o trabalho numa MFCN pode ser encarado como um passo necessário na escala profissional.

Um terceiro critério, que é a qualificação, não parece ser decisivo na alocação de um operário numa MFCN por parte das empresas. Olivier menciona que algumas empresas francesas tentaram inicialmente colocar os trabalhadores menos qualificados operando as máquinas CN, mas que logo renunciaram a essa estratégia (não diz o por quê) e partiram para o extremo oposto, alocando aí o pessoal de maior qualificação. Essa segunda opção, diz ele, deveu-se muito mais a critérios de responsabilidade e eficácia do que às características técnicas (em termos de complexidade) do trabalho. O esquema atual, contudo, é a alocar inicialmente operários jovens, recém recrutados, em máquinas convencionais, transferindo-os em seguida para as MFCNs. A maioria das empresas julga necessário uma certa experiência em máquina-ferramenta convencional antes de operar uma MFCN (a complexidade maior não está no fato de ter um CN, mas sim no número maior de eixos). O autor crê, não obstante, que com o desenvolvimento da tecnologia CN, a tendência será alocar jovens operários diretamente nessas máquinas.

As exigências feitas pelas empresas, em termos de formação, para o recrutamento de operadores CN são, em geral, variadas e imprecisas. Menciona o caso de uma empresa que, embora ainda seja exceção, o autor considera capaz de estender-se, a qual não coloca muito peso na qualificação técnica de um operador de CN, mas considera útil que ele possua uma formação geral mais elevada, de modo a poder constituir-se num interlocutor de valor para o departamento de métodos e para a manutenção (Olivier 1984, p.43).

(3) Manutenção.

O principal problema colocado para este setor pelo emprego de MFCNs é a necessidade e a possibilidade de recrutar especialistas, especialmente em eletrônica. As empresas têm contornado esse problema de dois modos : recrutando para esses serviços técnicos de nível superior, ou , o que é mais comum, ministrando cursos internos de formação para o seu pessoal. Um dos objetivos desses cursos é capacitar o pessoal de elétrica no campo da eletrônica.

No que se refere ao treinamento da mão-de-obra que irá trabalhar com as MFCNs, as empresas francesas têm observado dois aspectos : a formação técnica propriamente dita; e a preparação psicológica destinada a evitar resistências à nova tecnologia e desenvolver as motivações.

Um papel importante nesse processo é desempenhado pelo fornecedor de equipamento, já que muitas empresas enviam o seu pessoal de operação, preparação, supervisão e programação para fazerem cursos junto ao produtor do equipamento. É comum ainda a estratégia de fazer seu próprio pessoal acompanhar a instalação da MFCN pela equipe do fornecedor.

Algumas empresas têm reunido o seu pessoal para desenvolver um processo de reflexão sobre o uso desta nova tecnologia e seus impactos. Quanto à formação técnica, as empresas têm recorrido tanto a instituições privadas quanto públicas de ensino ou a cursos ministrados internamente. Olivier observou ainda casos excepcionais onde nenhum treinamento específico foi dado ao pessoal a ser alocado nas máquinas CN. Em algumas dessas empre-

sas, o resultado dessa decisão foi um uso deficiente da nova tecnologia e a necessidade posterior de investir em treinamento. Em outras, essa estratégia adequou-se ao modo estritamente taylorista de organização da trabalho aí em voga: tudo era controlado pelo departamento de métodos e processos e pelo setor de programação, não necessitando o operador de nenhuma formação técnica particular. Olivier nota que, nesses casos, podem surgir problemas ligados à motivação.

O mais comum é que se ministre um curto treinamento (geralmente de alguns dias) prévio à incorporação das MFCNs. Disso não se deve concluir, porém, que seja fácil a adaptação à automação. Um treinamento considerado suficiente para uma forma de organização do trabalho, pode-se mostrar deficiente quando se deseja partir para um outro tipo de organização; uma, por exemplo, onde o trabalho do operador seja mais qualificado. Mais adiante, tentaremos mostrar como as empresas com mais experiência no uso do CN incluídas em nossa amostra, sobretudo as grandes, estão acoplando a nova tecnologia com formas mais inovadoras de organização do trabalho.

Do conjunto desses trabalhos podemos observar como poucos autores se arriscam a tentar mensurar quantitativamente o impacto das MFCNs sobre o nível de emprego. Edquist & Jacobson (1988) estão entre os poucos que realizaram uma avaliação nesse sentido. Esses autores usam o termo substituir ("replace") mão-de-obra no sentido de que menos empregos serão criados com as novas tecnologias do que seriam criados com as antigas, caso a produção tivesse se expandido da mesma forma. Substituição, pois,

não implica que pessoas efetivamente empregadas tenham perdido o seu emprego.

A análise dos autores estima que cada MFCN substitui dois empregos. Chega-se, então, à Tabela 3.1.2. Temos ainda as seguintes conclusões a respeito do uso das MFCNs:

(1) Os acentuados aumentos possíveis de serem obtidos na produtividade do trabalho implicam que o conteúdo de trabalho qualificado por unidade de produto é reduzido (Edquist & Jacobson 1988, p.115).

(2) O uso de MFCNs torna possível a desqualificação do trabalho do operador, embora esse processo não seja automático e não determinado exclusivamente pela tecnologia.

(3) Mesmo quando ocorre a desqualificação do operador, o que os autores crêem ocorrer na maioria dos casos, um número limitado de funções altamente qualificadas como de preparadores e programadores é simultaneamente criado. Ocorre também uma elevação das qualificações na área de manutenção.

Quanto aos sistemas de manufatura flexíveis, dado o estágio incipiente de difusão em que se encontram e a grande variedade existente, os autores consideram de pouco sentido tentar estimar quantos empregos eles substituem. Acreditam, não obstante, que a sua rápida difusão terá um grande impacto poupador de mão-de-obra.

A tendência já apontada para as MFCNs de, ao mesmo tempo em que substituem algumas funções qualificadas, criarem outras novas é ainda mais acentuada no caso dos FMSs. O trabalho de coordenar o funcionamento integrado dos vários componentes do

sistema vai exigir a criação de algumas tarefas altamente qualificadas, do mesmo modo que se terá de exigir bem mais do pessoal de manutenção. Os autores acreditam que o perfil do operário necessário para a implementação de um FMS é de alguém que possua, ao mesmo tempo, conhecimentos técnicos amplos e especializados.

A nível geral, deve-se lembrar que com a introdução dessas novas tecnologias as tarefas associadas à administração da produção tornam-se menos complexas e menos trabalho-intensivas. De fato, uma das principais economias observadas numa das firmas visitadas por estes autores (Flygt, Suíça) foi a redução de trabalhadores de escritório ("white-collar"), tais como os planejadores de produção. Salientam que a principal tendência dessas mudanças é que o caráter poupador de trabalho das novas tecnologias na indústria metal-mecânica torna-se mais pronunciado quando se encara o processo de produção como um todo (Edquist & Jacobson, 1988, p.119).

3.2. EXEMPLOS DA AMÉRICA LATINA : ARGENTINA E MÉXICO

3.2.1. A EXPERIENCIA ARGENTINA

Estudos feitos por Jacobson (1982) e por Pasi (1983) calcularam o estoque total de MFCNs na Argentina para o ano de 1981 em 325 e 350 unidades respectivamente. Chudnovsky (1984) considera a cifra de 350 como razoável para 1981 e num estudo mais recente (Chudnovsky 1986) dá 500 como o estoque total de MFCNs para 1985.

Em termos da distribuição por setores, teríamos a seguinte configuração (Chudnovsky 1984):

- maquinário não elétrico	-	45%
- equipamento de transporte	-	27%
- produtos de metal	-	20%

Os principais ramos usuários são os listados a seguir : bombas e válvulas, autopeças, construção naval, produção bélica, e equipamentos para a indústria nuclear.

Na pesquisa realizada, Chudnovsky encontrou poucas firmas com um estoque significativo de MFCNs (8 a 10 máquinas); a maioria possuía 2 a 3 unidades. As suas constatações quanto ao tamanho dos usuários nos são de particular interesse. Segundo o autor, a maior parte dos usuários é constituída por firmas de médio porte. Mesmo algumas firmas pequenas e outras micro haviam começado a fazer uso desta tecnologia. Dois aspectos devem ser mencionados como uma tentativa parcial de explicação do fenôme-

no: parte das MFCNs importadas provinham da Itália, que devido ao processo de descentralização aí desencadeado em algumas regiões, acabou dando origem a produtores de máquinas CN voltados especificamente para as necessidades das pequenas e médias empresas, e a ação do produtor local de MFCNs. A conclusão do autor é de que a difusão da tecnologia CN entre as pequenas e médias empresas na Argentina deu-se com um hiato temporal menor (em relação à introdução pelas grandes empresas) do que o verificado nos países industrializados (Chudnovsky 1984, p.17). Essas empresas possuem geralmente apenas uma ou duas MFCNs.

É interessante ainda mencionar que a maioria dos usuários são empresas nacionais (embora a firma que possua o maior estoque individual seja de propriedade estrangeira), o que se explica pela participação relativamente pequena do capital estrangeiro na indústria argentina de bens de capital.

Afora esses dados mais gerais de difusão, o trabalho de Chudnovsky apresenta os resultados de uma pesquisa de campo por ele realizada junto a um grupo de empresas descritas nas tabelas 3.2.1. e 3.2.2. Uma primeira observação deve ser feita a respeito do tipo de equipamento CN usado nos dois grupos de empresas em que o autor divide a sua amostra: as firmas do grupo I (grandes empresas) utilizam MFCNs bem mais sofisticadas (veja-se o número de centros de usinagem) e todas importadas; já o grupo II (médias e pequenas) trabalha com unidades mais simples, sendo parte de produção local. Vale ressaltar que todas as firmas da amostra estavam passando por um período de expansão.

Quando investiga as motivações para a introdução da tecnologia CN, o autor menciona inicialmente que, com exceção de uma firma, em nenhuma outra a necessidade de substituir mão-de-obra qualificada como meio para diminuir os custos salariais foi apontada como a principal razão para a introdução dessa tecnologia. De fato, Chudnovsky verificou que o uso de MFCNs não diminuiu os gastos com mão-de-obra nas empresas de sua amostra. Nas empresas do grupo I, o motivo principal da aquisição estava ligado à produção de bens de capital mais sofisticados, o que tornava recomendável o emprego de MFCNs. Uma das firmas, por exemplo, havia recém ingressado na produção de válvulas para as usinas nucleares e outra estava iniciando a produção de equipamentos complexos destinados a hidroelétricas e a usinas nucleares. Salienta que, ainda no caso dessas firmas, o uso de MFCNs não foi induzido pelo uso de contratos de licenciamento ou baseado em tecnologia fornecida pela matriz (no caso das multinacionais).

Quanto às firmas do grupo II, as necessidades da produção em si, em vez da alteração no mix de produtos, foi apontada como a principal razão para a compra das MFCNs. A redução do tempo de usinagem das peças foi o motivo básico para essas firmas. Estudando uma firma, produtora de partes avulsas para equipamentos da indústria petrolífera, o autor constatou a redução de 90 para 10 minutos do tempo de usinagem de lotes de 100 unidades.

Temos, pois, que embora não seja perceptível uma redução absoluta nos custos com mão-de-obra das empresas, a introdução de MFCNs sem dúvida ocasionou, através dessa redução do tempo de usinagem, um processo de substituição de trabalho por capital

(idem, p.25) Esse processo, não obstante, não conduziu aparentemente a uma redundância da mão-de-obra qualificada, posto que as firmas, ao introduzirem a tecnologia CN, como já foi mencionado, estavam expandindo a sua produção e/ou modificando sua linha de produtos em direção a equipamentos mais sofisticados. É essa redução no custo de trabalho por unidade produzida (e as vezes, até mesmo dos custos fixos de capital por unidade, a depender do índice de produtividade alcançado), associada ao aumento de produtividade, que é relevante para as empresas.

Nos usuários de porte médio ou pequeno, esse tipo de cálculo econômico geralmente não é feito, dado que nem sempre eles possuem informações precisas quanto aos tempos de usinagem verificados na sua produção. Estas empresas, na verdade, pautam-se pela expectativa de um aumento significativo no seu volume de trabalho e pelo modo como suas concorrentes estão procedendo quanto à compra de MFCNs.

O produtor local dessas máquinas tem um papel relevante na difusão da tecnologia CN na Argentina. Esta empresa tenta distinguir, entre seus clientes tradicionais ou outras firmas afins, aquelas que poderiam beneficiar-se do uso da tecnologia CN e elabora, então, um trabalho de instruir a empresa alvo quanto ao uso e vantagens do equipamento. Oferece também aos seus clientes um curso de treinamento de dez dias sobre operação e programação das MFCNs. Chudnovsky dá um destaque particular ao trabalho realizado por esta empresa no sentido de difundir as MFCNs entre pequenas e médias firmas.

Infelizmente, o trabalho de Chudnovsky não traz muitas informações quanto aos impactos do CN sobre as qualificações. De qualquer modo, ele observa que o estoque dessas máquinas ainda era muito pequeno para poder dar origem a um segmento específico do mercado de trabalho voltado para a operação e programação de MFCNs. A estratégia da maioria das empresas, embora as formas particulares de uso da mão-de-obra nas CNs variassem bastante, consistia em recrutar pessoal jovem e fornecer-lhes um treinamento interno. No caso da operação, eram geralmente retreinados operadores de tornos convencionais. A programação, por sua vez, tendia a ser executada a nível de escritório por um técnico treinado especificamente para esse fim.

Nota, além disso, que dada a maturidade da tecnologia CN, a sua introdução mesmo em pequenas empresas não ocasionou maiores problemas nem do lado do treinamento nem no que se refere à manutenção (o fornecedor local prestava assistência técnica aos usuários). A última observação refere-se ao fato de que os ganhos obtidos com as MFCNs geralmente não se traduzem em menores preços, mas sim em margens de lucro mais elevadas, exceto no caso de produtos para exportação.

3.2.2. A DIFUSÃO DE MFCNs NO MÉXICO

Ao contrário do Brasil e Argentina, o México até recentemente não possuía uma produção interna de MFCNs (Casalet & Garza, 1986). Aliás a indústria de bens de capital mexicana como um todo ainda está num estado incipiente. Segundo os dados das autoras, esta indústria tem a seguinte composição : 96% são pequenas empresas , 2,5% são médias e só 1,5% são grandes.

As MFCNs encontram seus maiores usuários entre as empresas do Ramo 38 : fabricação e montagem de equipamentos e partes de meios de transporte; que afora isso tem sido o ramo mais dinâmico do setor metal-mecânico mexicano nos últimos anos. Em segundo lugar, temos as firmas que atuam no ramo de produtos metálicos, sobretudo os fabricantes de moldes e troqueis (formas para a cunhagem de moedas e medalhas), e aquelas ligadas à produção de maquinário não-elétrico, com destaque para os fabricantes, montadores e reparadores de máquinas-ferramentas para madeira e metal.

O estudo menciona que , dada a forte restrição interna ao crédito (com o advento da crise da dívida externa reforçada pela queda do preço internacional do petróleo) , é provável que as indústrias que estejam incorporando as novas tecnologias sejam aquelas que, por terem participação estrangeira, tenham acesso a créditos internacionais ou de fornecedores.

Uma primeira via de difusão das MFCNs tomou fôlego no final dos anos setenta e se caracterizou pela aquisição direta ao produtor estrangeiro por parte das grandes empresas estatais e de multinacionais. As empresas que não dispunham de uma situação tão

favorável realizaram suas compras de máquinas CN através dos distribuidores estabelecidos no país, a maioria dos quais iniciaram suas vendas no final da década de setenta. Os principais compradores de MFCNs por esta segunda via de difusão distribuem-se pela indústria de autopeças, a indústria de maquinário para petróleo, a indústria de máquinas agrícolas e a indústria de bens de capital intermediários (moldes e peças metálicos). O estoque de MFCNs foi calculado em 1000 unidades para 1986. O trabalho de Edquist & Jacobson (1988) apresenta dados segundo os quais o estoque em 1984 seria de 500 unidades. Mesmo admitindo que os dados possam não ser muito precisos, é possível falar numa acentuação no ritmo de difusão dessas máquinas.

Quando passam a tratar da difusão das MFCNs nos anos oitenta, as autoras observam o seguinte: "Uma das características mais relevantes deste período de difusão é a expansão desta tecnologia, fundamentalmente a de procedência japonesa, em pequenas e médias empresas, onde a aquisição se fundamenta mais na necessidade de reduzir custos de produção e reduzir estoques de mercadorias para aumentar a liquidez, do que em uma estratégia de reestruturação a longo prazo" (idem, p.43).

A demanda maior tem sido por tornos CN (europeus e japoneses) e por centros de usinagem, sendo que o preço dos primeiros oscila entre US\$ 63.000 e US\$ 150.000 e o dos outros em US\$ 500.000. Cabe observar que esses preços são cerca de 3 a 4 vezes menores que os praticados no Brasil por máquinas do mesmo tipo, sem falar da qualidade superior dos comandos importados.

Entre as razões identificadas pelo estudo para a introdução da tecnologia CN pelas empresas, uma merece ser realçada dada sua relação com o argumento de nossa tese. Quando o estudo se refere às vantagens da economia do tempo de operação, permitindo o cumprimento dos prazos de entrega sem prejudicar a qualidade dos produtos, faz alusão especial às pequenas e médias empresas que realizam trabalho de subcontratação e devem cumprir os prazos solicitados.

Posto que inexistiu um fornecedor local, cabe ao distribuidor a organização de cursos de treinamento em operação e programação de MFCNs. Oferecem, além disso, análises custo-benefício para seus clientes como forma de incentivar a difusão das máquinas CN.

Quanto à forma como as empresas têm utilizado a nova tecnologia, confirma-se a tendência já observada em outros estudos de combinar formas heterogêneas de organização do trabalho, uma vez que as MFCNs encontram-se dispersas entre as MF convencionais, assim como convivem diferentes gerações de MFCNs nas empresas.

Também aqui só uma empresa entrevistada mencionou a redução dos custos com mão-de-obra como um dos motivos fundamentais para a compra de MFCNs. Aponta-se mais comumente o nível de complexidade das peças a serem usinadas e a necessidade de redução dos tempos de preparação e operação das máquinas. Com a introdução das MFCNs, a maioria das empresas cobertas por este estudo estavam trabalhando em dois ou três turnos. Até para amortizar o investimento no equipamento, grande parte das empresas opera as

MFCNs num esquema de três turnos. Ressalta-se ainda que as características das MFCNs as tornam especialmente atraentes para as pequenas e médias empresas. O argumento é que com a generalização dos esquemas de subcontratação no setor metal-mecânico e a busca das empresas montadoras de um tempo de resposta menor às variações na demanda, essa pressão é repassada aos seus pequenos e médios fornecedores. Esses têm então de atingir uma maior flexibilidade. A compra de MFCNs tem sido uma forma de fazer frente a essa necessidade.

A introdução das MFCNs não se fez acompanhar por uma redução do emprego em nenhuma das empresas mexicanas incluídas no trabalho de Casalet & Garza. Os trabalhadores qualificados continuaram trabalhando em máquinas convencionais e, as vezes, ajudavam o programador ou a engenharia a revisar os programas das máquinas CN. Essa não-dispensa de trabalhadores é explicada pelas autoras tanto em função da presença de outras tecnologias de caráter mais convencional nas empresas, quanto pelo fato da utilização das MFCNs coincidir com uma relativa expansão na demanda das empresas entrevistadas. As autoras notam, entretanto, que a generalização de MFCNs nas pequenas e médias empresas coloca para "um futuro não tão distante" uma mudança importante no emprego.

O estudo constatou uma rígida divisão entre as tarefas de operação e programação e diz, inclusive, que no México não se manifesta, como em outros países (Japão, França e Brasil) a tendência a permitir que os operadores também programem. Mesmo no Brasil, como veremos adiante, essa tendência é bastante questionável. De qualquer modo, pelo simples fato de trabalharem nas

MFCNs os operadores recebem geralmente uma compensação salarial. Verificou-se lá também a prática de recrutar trabalhadores jovens, sem muita experiência prévia, e capacitá-los internamente para operarem as MFCNs.

A manutenção foi uma área onde poucas empresas conseguiram autonomia, dado que ainda havia dificuldade em capacitar o pessoal para resolver as principais falhas eletrônicas. Apesar disso, o índice de uso de manutenção externa era de apenas 10%, o que provavelmente se explica pelo fato dos comandos numéricos serem importados.

3.3. O USO DAS MFCNs NO BRASIL

As Máquinas-Ferramentas com Comando Numérico começaram a ser introduzidas no Brasil no final da década de sessenta. Tauile (1984a), contudo, prefere tomar 1972 como o ano que marca o início da difusão dessas máquinas no país. O uso das MFCNs cresce significativamente em 1974, impulsionado pelo ambicioso plano de reestruturação industrial lançado pelo governo, e em 1980 estimava-se a existência de aproximadamente 698 MFCNs em operação no país, sendo a maioria tornos e centros de usinagem. Dessas, 130 eram de fabricação nacional. Estima-se também o estoque total de máquinas-ferramentas para aquele ano em 550.000 unidades (idem, p.53). A maior parte das MFCNs importadas provinham dos Estados Unidos (48,7%), seguidos da República Federal Alemã (20,5%). Fato curioso neste particular é a diminuta percentagem de importações japonesas, dado que este país ocupa uma posição de destaque na produção de MFCNs. Tauile procura explicar este fato a partir do comportamento das firmas japonesas em relação às exportações para o Terceiro Mundo.

Quanto à origem de capital (adotando o critério de controle acionário superior a 50% para classificar uma empresa como nacional), tem-se que, em 1980, 62% dos usuários eram firmas de propriedade estrangeira. Quando se passa à distinção por tamanho (baseando-se no número de pessoas empregadas), obtêm-se os

seguintes resultados : 42% tinham mais de 1000 empregados; 24%, entre 1000 e 500; e 7%, menos de 100 . Isto parece estar de acordo com o padrão internacional onde as maiores firmas tenderam a liderar o processo de difusão das MFCNs, provavelmente em função dos custos de aquisição, instalação, operação e manutenção particularmente elevados na fase inicial do processo de difusão em qualquer país.

Outro dado sugestivo a respeito dos usuários brasileiros é que 87% pertencem ao setor de bens de capital. Concluindo este ponto, a incidência dos usuários por classificação a dois dígitos do IBGE distribuiu-se da seguinte forma : indústria mecânica (66%); material de transporte (16,6%); metalurgia (7%); material elétrico (5%); outros (5,4%), sendo que 4% eram institutos de pesquisa.

Uma pesquisa mais recente, embora abrangendo um universo menor de empresas, realizada por E. Leite (1985), fornece alguns dados mais específicos sobre a difusão de MFCNs na indústria brasileira. As empresas pesquisadas possuíam em sua maioria mais de três MFCNs, o que as coloca em destaque entre as demais empresas usuárias do país, dois terços das quais, segundo levantamento do SENAI-DN/SP de 1984, registraram a posse de, no máximo, duas dessas máquinas. Uma outra informação relevante é a de que , em média, 53% das MFCNs utilizadas são da geração CNC, variando esta proporção nas empresas entre 30 e 100%. Em média, também, as MFCNs totalizavam 5% do maquinário das firmas. A autora observa que o processo de automação dessas firmas praticamente se esgotava no uso de MFCNs, o que a leva a concluir que "mesmo nessas em-

presas supostamente mais automatizadas, o uso dos recursos da microeletrônica é ainda parcial ou localizado, não implicando, pois, alterações de vulto na organização produtiva " (idem, p.95).

A pesquisa aborda igualmente o ritmo em que as empresas foram introduzindo a tecnologia CN. A forma usual pode ser considerada gradual e cautelosa, sendo o normal iniciar-se com uma ou duas máquinas CN e adotar-se um período de adaptação de cerca de seis meses. Em termos de medidas preparatórias à adoção dessa nova tecnologia, o treinamento da mão-de-obra (operadores, programadores e mantenedores) parece ser a mais importante, quando não a única. Com a introdução de novas MFCNs, outras medidas preparatórias são gradualmente adotadas sem, contudo, deixarem de ser restritas e localizadas. Entre os usuários pesquisados, constatou-se a dispersão das MFCNs entre o restante do maquinário, não se verificando condições especiais de operação ou um suporte específico para elas. Mais ainda, não se verificou, com raras exceções, a aplicação dos princípios organizacionais que garantem uma maior eficiência da tecnologia CN, como a tecnologia de grupo. Os usuários pareciam pois, segundo a autora, ainda estar explorando as potencialidades das novas máquinas. Em relação aos planos futuros dessas empresas, o trabalho menciona que a maioria possui perspectivas de "estender", mas não de "aprofundar" o processo de automação. Deve-se esperar, portanto, um aumento do número de MFCNs por usuário, mas não a sua integração generalizada em sistemas automatizados mais complexos, conclui Leite.

O estudo do caso brasileiro efetuado por Tauile (1984a) aponta para o estado ainda inconclusivo dos resultados das pesquisas. O autor teve também de limitar as suas pretensões neste tópico por se tratar de uma fase inicial de difusão e pela dispersão geográfica dos usuários. Ele parte da noção de que , com a introdução do CN , "algumas funções são criadas e outras mais, modificadas e adaptadas à nova concepção do sistema de produção" (idem, p.116). Centra a sua análise na comparação do trabalho dos oficiais mecânicos operadores de máquinas convencionais com o dos operadores de MFCNs que os substituíram e com o dos programadores de CN. A maneira como as atividades de programação são efetivamente distribuídas entre os programadores e operadores ilustra a forma como a empresa pretende utilizar o CN. Antes de mais nada, sabe-se que as MFCNs eliminam ou simplificam bastante algumas tarefas costumeiras dos operadores de máquinas convencionais. Essa relativa perda de controle por parte do operador pode ser compensada na medida em que a firma fomentar um "feedback" entre a oficina de produção e os departamentos de programação e engenharia. As máquinas com CNC oferecem uma possibilidade ainda mais ampla de desenvolvimento do potencial criativo dos operadores. Tauile observa, não obstante, que em todos os casos pesquisados no Brasil, constatou-se que as funções de operação e programação estão bastante separadas. O papel do operador só teria maior importância por ocasião da introdução de uma primeira MFCN ou durante o "try-out" de uma nova peça. Deve-se evitar, contudo, como alerta Shaiken (1984), cair no mito da automatização completa. Segundo este autor, por mais que se avance neste sentido, ja-

mais poderá a empresa prescindir totalmente de algumas habilidades específicas do operador mais experimentado. Também nesse sentido afirma Sabel (1982) : "A observação da operação de Máquinas-Ferramentas com Comando Numérico na Grã-Bretanha, França, Estados Unidos e Itália mostra que o uso economicamente eficiente do novo equipamento frequentemente requer que os programadores tenham um conhecimento substancial de usinagem e que os operadores tenham um bom conhecimento de programação"(p. 66).

O fenômeno das MFCNs e qualificações no Brasil é tratado também na pesquisa de E. Leite (1985). Diferentemente de Tauille, a autora constatou uma crescente importância da qualificação do operador CN , em função de poucas firmas possuírem outras categorias igualmente treinadas para lidar com esta tecnologia. Os encarregados de operação dessas máquinas advêm em sua maioria dos próprios quadros das empresas e não se observou a tendência no sentido de alocar pessoal mais jovem e/ou menos qualificado nas MFCNs. O impulso, segundo Leite, seria na direção do aprimoramento profissional do operador. A idéia é de que, se por um lado as MFCNs eliminam ou simplificam muitas das atribuições de um operador de máquina convencional, por outro, exigem uma reativação e um acréscimo de seus conhecimentos. Isto ocorre apesar da tecnologia CN transferir para o programador grande parte da responsabilidade pela execução do trabalho que na tecnologia convencional cabia ao operador.

O impacto do CN sobre o volume de emprego é uma questão ainda mais controversa. Em primeiro lugar, é arriscado medir o efeito de uma nova tecnologia sobre o emprego dentro de um marco

estático e limitado às firmas usuárias. Geralmente o que ocorre é a extinção de algumas funções ligadas à tecnologia anterior e a criação de novos postos de trabalho. Como já foi discutido anteriormente, esse tipo de análise não pode sustentar-se no exemplo de algumas empresas. Seria preciso dar conta do efeito global na economia provocado pela difusão de uma determinada inovação. Um outro problema refere-se ao critério para classificar uma certa porção do desemprego como "tecnológica". Apesar dessas dificuldades, a maioria dos estudos dos impactos mais amplos das novas tecnologias microeletrônicas tendem a concluir pela criação de um certo nível de desemprego estrutural (4).

Tauile realizou, a partir dos dados de sua pesquisa de campo, adotando alguns pressupostos simplificadores, um interessante exercício a esse respeito. Baseando-se nas informações da grande maioria dos usuários, ele fez os seguintes cálculos: uma MFCN substitui de 3 a 5 máquinas-ferramentas convencionais. Tendo em vista o estoque de 700 MFCNs em 1980, podia-se estimar que entre 4200 e 7000 empregos de operadores de máquinas-convencionais haviam sido eliminados. Por outro lado, cerca de 2200 empregos haviam sido criados com o uso das máquinas CN. Isso representa, assim, uma perda líquida de 2000 a 4800 empregos. Conclui, pois, por um desemprego direto entre 48% e 69% provocado pelo uso da nova tecnologia (Tauile, 1984a, p.114). O estudo de Leite salienta mais o aspecto ambíguo da questão. No caso de sua pesquisa, observa a dificuldade em distinguir um desemprego causado pelas MFCNs daquele oriundo da forte recessão do início dos anos oitenta. A própria mensuração dos ganhos de produtividade com a intro-

dução do CN é algo difícil de avaliar em função de sua aplicação ainda restrita e localizada. As informações disponíveis não eram suficientes para elaborar uma comparação com o desempenho das máquinas convencionais.

Um estudo bastante interessante relacionando as estratégias de modernização ao nível das empresas, o uso de equipamentos de automação de base microeletrônica e os impactos qualitativos e quantitativos sobre o trabalho foi o realizado por Fleury (1988). Um dos méritos deste trabalho é mostrar que a modernização da empresa não implica necessariamente a introdução de equipamentos incorporando novas tecnologias; ela pode se dar, por exemplo, simplesmente pela introdução de novas formas de organização da produção. Partindo da idéia de Kaplinsky (1984, 1985, in Fleury 1988, p.25) de que o padrão típico das empresas eficazes e competitivas é a integração das três esferas da produção - projeto, manufatura e coordenação - o autor argumenta que essa integração pode ser desenvolvida a partir de mudanças eminentemente organizacionais (Programas de Qualidade, Tecnologia de Grupo, Manufatura Celular e Just-in-Time, entre outros), mesmo prescindindo-se dos recursos associados à microeletrônica.

Fleury distingue, então, três tipos de estratégia de modernização passíveis de serem adotadas pelas empresas :

(1) modernização sistêmica : é a estratégia de modernização que visa a informatização, flexibilidade e integração da empresa através da adoção das técnicas organizacionais mencionadas acima, podendo ou não haver apoio de sistemas de informação computadori-

zados. Da mesma forma, pode haver ou não a aquisição de equipamentos microeletrônicos nas esferas de manufatura e projeto.

(2) modernização parcial: é a estratégia de modernização que se baseia prioritariamente na aquisição de equipamentos microeletrônicos, sem que haja maiores esforços em termos de reorganização da empresa.

(3) convencional: não há uma estratégia de modernização definida; inclui as empresas que não estão investindo nem em equipamento e nem em reorganização.

Os resultados deste trabalho têm especial relevância dada a amplitude da amostra utilizada : ao todo foram 61 empresas de vários setores da metal-mecânica. A tabela 3.3.1. distribui essas empresas segundo a estratégia de modernização adotada e o setor. Vejamos , então, as principais conclusões a que chegou o autor. Inicialmente, destaca a proporção relativamente alta de empresas de autopeças que adotaram estratégias de modernização sistêmicas. Este é um ponto, aliás, que também verificamos em nosso trabalho de campo. As empresas deste setor têm investido pesado nos dois caminhos da modernização : reformas organizacionais e compra de equipamentos de automação de base microeletrônica. Vários fatores podem explicar esse fenômeno ; sem dúvida, o principal é a tentativa de melhorar seu desempenho nos mercados externos , sobretudo aqueles dos países industrializados. Sabe-se que nestes mercados a qualidade de conformação tem um papel preponderante. Fleury nota ainda que as empresas brasileiras que adotaram uma estratégia de modernização sistêmica justificaram essa opção em termos de manter e ampliar sua participação no mer-

cado externo. Na verdade, 25,7% do valor de produção dessas seis empresas era realizado através de exportações. Quando se contrasta este primeiro grupo com o das empresas que adotaram a estratégia de modernização parcial, vê-se que essas últimas estão mais orientadas para o mercado interno, o que salienta a importância do mercado enquanto instância que chancela a estratégia tecnológica a ser seguida por uma empresa. Uma outra observação importante é que em todas as categorias cobertas pelo estudo as empresas líderes haviam adotado estratégias sistêmicas.

O autor apresenta na tabela 3.3.2. o nível de difusão de equipamento de automação industrial entre as empresas da amostra. Neste ponto, encontramos uma informação interessante e que está ligada à discussão do capítulo II. Fleury menciona que, apesar da ampla difusão e aplicação do conceito de organização em células de produção, ele só conseguiu identificar na pesquisa duas células automatizadas ("unmanned cells") de produção. Tratando especificamente do setor de autopeças, mostra que o número de MFCNs é ainda bastante reduzido, não chegando a ultrapassar 3% do total de máquinas operatrizes em plantas antigas ou 10% no caso de plantas de instalação recente. Faz referência também à modernização da ferramentaria dessas empresas, particularmente pelo uso de máquinas de eletro-erosão (CNC ou não), as quais permitem, além da conformação de geometrias muito complicadas, a redução do tempo de preparação em até 50%.

Ao tratar dos motivos para a modernização empreendida pelo conjunto das empresas, a busca da competitividade desponta em primeiro plano, como já havia sido observado no setor de auto-

peças. A estratégia, não obstante, parece ser a de acompanhar com certo retardo a "best practice" mundial, ou seja, as empresas tomam suas decisões a partir das informações que obtêm das empresas líderes dos países industrializados. Nesse sentido, a tendência está sendo a de acompanhar o modelo japonês, que é mais orientado para a organização do que para o equipamento.

As questões ligadas ao uso da força de trabalho não ocupam um papel de destaque entre as motivações coletadas por Fleury. Ele fez, porém, a seguinte constatação: as empresas que têm maior capacitação gerencial têm justificado a automação em função da não-existência de mão-de-obra qualificada necessária para a operação dos sistemas de produção nos padrões modernos. Já as empresas com menos capacidade gerencial têm adotado a automação para buscar minimizar os conflitos que vinham ocorrendo na fábrica (idem, pag. 92).

Entre os constrangimentos para a maior utilização dos equipamentos de automação industrial de base microeletrônica destacam-se a dificuldade para importar e, no caso do produto nacional, as condições de financiamento pouco atrativas. Este último, além de mais caro e de ter maior prazo de entrega, muitas vezes não atende aos requisitos particulares do processo de produção das empresas. As empresas demonstraram, por outro lado, pouca preocupação com uma possível escassez da mão-de-obra capacitada a lidar com os novos equipamentos, o que é compreensível dado o estágio de difusão ainda incipiente destes últimos. A maioria delas recorre ao recrutamento interno com reciclagem e a opinião geral é de que "não existe", e ainda não está sendo formado, um contin-

gente de trabalhadores aptos a aproveitar todo o potencial dos equipamentos de base microeletrônica" (idem, p.99).

Um dos aspectos mais originais do trabalho é a análise dos impactos das estratégias de modernização sobre o emprego e as qualificações. Primeiramente, menciona-se um crescimento na fatia correspondente às ocupações qualificadas no conjunto da força-de-trabalho das empresas. Fleury afirma que quase todos os entrevistados confirmaram a existência desta tendência ao nível de suas empresas, podendo-se concluir, portanto, que a introdução dos novos modelos organizacionais e dos equipamentos de automação industrial está provocando uma maior participação das profissões mais qualificadas. Uma das áreas das empresas onde certamente tende a ocorrer uma elevação da qualificação da mão-de-obra, segundo diversos estudos, é a de manutenção.

As empresas que adotaram um estratégia sistêmica estão procurando desenvolver o seu pessoal tanto do ponto de vista técnico quanto do motivacional. A idéia é ter o chamado operário polivalente, isto é, um profissional mais versátil, menos especializado e com um alto grau de comprometimento com a empresa.

A conclusão mais interessante, porém, é a que se refere especificamente ao nível de emprego: "na medida em que admitimos uma escala de modernização entre as empresas da amostra, concluimos que o comportamento das empresas mais modernizadas tem impactos mais positivos sobre o emprego do que o comportamento das empresas convencionais" (idem, p.119). Esta conclusão é extraída de um estudo da evolução do emprego nos vários grupos de empresas entre 1980-1986. No caso do setor de máquinas-ferramen-

tas, por exemplo, os dados mostraram que as empresas que adotaram estratégias de modernização parcial demitiram menos funcionários durante o período de recessão e reempregaram mais rapidamente e em maior número no período de recuperação da economia do país do que as empresas de estratégia convencional. Já para o setor de autopeças a comparação foi entre as empresas de modernização sistêmica e de modernização parcial : observa-se que as primeiras não demitiram menos durante a recessão, mas estão criando mais empregos e mais rapidamente do que as do segundo grupo.

O tão aludido efeito poupador de mão-de-obra da microeletrônica precisa, pois, ser analisado com bastante cautela. Em relação às MFCNs , por exemplo, surge sempre a questão quanto ao número de máquinas convencionais que elas são capazes de substituir, como vimos no capítulo II. O estudo de Fleury mostra que a própria avaliação das empresas varia bastante neste sentido: as empresas que já utilizavam MFCNs admitiam uma taxa de substituição entre 3 e 4 ; a taxa de substituição divulgada pelos fabricantes sobe para a faixa de 4 a 6 ; e as empresas que estão planejando a compra (especialmente as pequenas e médias) trabalham com uma taxa de substituição entre 6 e 8. É preciso ter em mente, contudo, que " a introdução de máquinas isoladas apresenta impactos pouco significativos sobre o emprego e a produtividade, se não estiver vinculada a um amplo processo de reestruturação organizacional"(idem, p.124).

Observe-se, por fim, os dados acerca dos padrões salariais verificados nas empresas. As de modernização sistêmica quase sempre seguem uma política de estabilização da mão-de-obra, o

que as leva a pagar acima dos salários de mercado (diferencial que chega a 20%). Algumas delas tendem também a remunerar melhor os cargos que envolvem o trabalho com equipamentos microeletrônicos. Fleury procura explicar este fato tanto em função do alto custo do equipamento, em relação ao qual o valor do salário é pouco significativo, quanto pela tentativa de elevar a motivação do pessoal empregado. Argumenta, assim, que estes resultados revelam que os efeitos da introdução de equipamentos de automação de base microeletrônica sobre emprego e renda não são negativos (idem, p.128).

Ainda referente ao setor de autopeças temos um estudo recente de Tauile (1987). Neste trabalho, Tauile também aponta para a busca dos mercados externos, enquanto saída para a crise, como um dos principais motivos à introdução de novas tecnologias no setor. Um outro fator é a política das montadoras de trabalharem com estoques menores. Enquanto no período de crescimento do mercado de automóveis, as encomendas das montadoras eram feitas com seis meses de antecedência e confirmadas um mês antes da entrega, o padrão hoje é de certo modo errático, sendo os pedidos confirmados com apenas uma semana de antecedência, não sendo incomum que seja feita de um dia para o outro.

Tauile acredita que no total existam pelo menos 50 produtoras de autopeças utilizando mais de 150 MFCNs, sendo que sua pesquisa cobriu 14 empresas. As empresas mais engajadas no uso de MFCNs são justamente aquelas mais voltadas para a exportação : estes usuários da tecnologia CN exportam 25% da sua produção con-

tra 4% do setor como um todo. Isto tende a salientar a importância do fator qualidade na decisão de aquisição destas máquinas. Interessante também é que nenhum dos usuários mencionou alguma participação das montadoras na sua decisão de introduzir novas tecnologias. Esse é um aspecto merecedor de atenção quando comparamos com o caso japonês. Talvez reflita a falta de tradição de cooperação interempresarial existente no Brasil. A escassez de mão-de-obra qualificada não foi apontada também como uma consideração relevante para a aquisição de MFCNs.

Segundo o estudo, é de se esperar um uso mais intenso de MFCNs no setor, já que todas as empresas entrevistadas confirmaram a intenção de adquirir mais unidades destas máquinas num período próximo. Pode-se contrastar com isso o fato de que metade delas não havia feito qualquer tipo de avaliação dos resultados econômicos obtidos com o uso da nova tecnologia. O alto preço das máquinas CN junto com a crise econômica do país aparecem como as maiores barreiras à difusão desta tecnologia.

Nenhuma das empresas manifestou intenção de utilizar robôs num futuro próximo. A razão básica é que os custos de trabalho não justificam o seu emprego em funções de carga/descarga ou troca de ferramental.

Ao contrário de outros estudos sobre a experiência brasileira, Tauile faz um esforço para precisar a taxa de substituição das máquinas-ferramentas convencionais pelas de comando numérico. No caso específico da indústria automobilística, este estudo mais recente do autor (1987) mostra que para um estoque total de 190 MFCNs (150 nas indústrias de autopeças e 40 nas montado-

ras), mantendo-se a mesma taxa de substituição do estudo anterior (o que foi confirmado nas entrevistas), tem-se entre 570 e 950 MF convencionais substituídas e uma perda de 1140 - 1900 empregos de operadores convencionais em dois turnos. Supondo que a criação de novos postos ocorra na mesma proporção que no caso geral antes citado, pode-se estimar 600 novos empregos (380 operadores e 220 programadores) ligados às MFCNs e, portanto, uma perda líquida de 540 - 1300 postos de trabalho. O autor observa, contudo, que existem outros fatores em jogo (como o aumento da competitividade das firmas) e que certamente influirão no efeito líquido sobre o emprego. Aconselha, pois, que os cálculos anteriores sejam tomados com cautela (Tauile 1987, p.174).

O recrutamento do pessoal ligado ao trabalho com MFCNs (tanto operadores como programadores) era basicamente interno. Em metade das empresas de autopeças visitadas, verificou-se a política de remunerar melhor os operadores de MFCNs do que os de MF convencionais. A opção das empresas quanto ao tipo de qualificação mais adequada aos operadores de MFCNs não era uniforme: algumas preferiam operários jovens recém-treinados, os quais poderiam adaptar-se mais rapidamente à nova tecnologia; enquanto outras tendiam a escolher operários com considerável experiência em máquinas convencionais para a operação das MFCNs.

Vale a pena, a título de complementação dos estudos apresentados, comentar o relato de um usuário de máquinas CNC. Trata-se de um artigo do gerente de manufatura da DHB componentes automotivos, publicado na revista Máquinas e Metais (março de

1988).

Como se pode constatar na tabela 3.3.3., a primeira máquina CN foi adquirida em 1976. A aquisição foi realizada para permitir a produção de um novo produto que a empresa estava desenvolvendo. A segunda compra deu-se em 1978, também em função de um novo produto. É só a partir de 1985 que a tecnologia CN toma um grande impulso na empresa. Os principais motivos deste impulso foram os seguintes : grande número de novos produtos desenvolvidos neste período, busca de melhoria da qualidade dos produtos, esforço para aumentar a flexibilidade, necessidade de redução do ciclo de fabricação, dos custos , dos estoques e de aumentar a eficiência global da planta. Levou-se também em consideração as características das peças fabricadas : lotes pequenos e médios, peças com grande número de operações , etc (Sonaglio 1988,p.29).

A infraestrutura de apoio ao uso das MFCNs era constituída por uma máquina de pre-set e por duas perfuradoras de fita. No treinamento do pessoal foram utilizados tanto os cursos oferecidos pelos fabricantes quanto os ministrados pela SOBRACON (Sociedade Brasileira de Comando Numérico).

Uma das principais dificuldades encontradas pela empresa estava ligada à seleção do pessoal para trabalhar com as MFCNs. A situação para cada função era a seguinte :

(1) Programadores : A este profissional deu-se, além da função de programar as máquinas, a de coordenar toda a implantação junto ao pessoal da produção. A empresa possui atualmente cinco pessoas preparadas para a programação, porém somente uma dedica tempo integral às MFCNs. Foram escolhidos para o cargo funcionários com

experiência e de melhor nível (técnicos e engenheiros).

(2) Preparadores : A empresa teve mais dificuldade em selecionar o pessoal para este cargo. Atualmente aproveitam o pessoal mais antigo, com boa experiência de usinagem.

(3) Operadores : Foi aqui que surgiram os maiores problemas. A empresa optou inicialmente por funcionários mais jovens com curso técnico (SENAI), porém, não teve muito sucesso. O artigo afirma que esses operadores tinham muita curiosidade quanto aos recursos das máquinas, o que acabou trazendo contratempos, porque eles alteravam os programas e também se desinteressavam pela produção repetitiva de peças. A opção hoje tem sido por operadores com mais antiguidade na empresa, e assim se tem conseguido melhores resultados.

(4) Mecânicos : Neste caso bastou treinar o pessoal já neste cargo na empresa junto ao fabricante. A empresa ainda utiliza a assistência técnica dos fabricantes para resolver os defeitos mais complexos. O quadro atual de manutenção é composto por três mecânicos e dois eletricitas.

Em termos do planejamento da produção, a nova tecnologia exigiu da empresa maior rapidez nas informações e na tomada de decisões, um maior controle e uma ordem de prioridades bem definida. Isto, aliás, confirma alguns comentários feitos no capítulo II. O autor menciona que frequentemente ocorrem perdas de produção por falta de planejamento como, por exemplo, mais de uma máquina sendo preparada ao mesmo tempo e a interrupção de máquinas por troca de prioridades. O gráfico 3.3.1. apresenta a taxa de aproveitamento de máquinas típica na empresa.

Os resultados obtidos com o uso de MFCNs foram considerados de difícil mensuração; não obstante, a empresa está convencida das vantagens desta tecnologia. Entre as principais melhorias verificadas, citá-se:

- (1) aumento da produtividade - foi possível aumentar a produção, inclusive verticalizando um maior número de componentes, sem a necessidade de aumentar o efetivo da empresa;
- (2) resolução dos problemas crônicos de qualidade ;
- (3) redução dos tempos de usinagem (tabela 3.3.4.);
- (4) flexibilidade na produção - a empresa considera importante este fator porque dado o tipo de produto, podem ser verticalizados itens sempre que os seus fornecedores enfrentem dificuldades, e também trocar de máquinas, caso ocorram problemas de manutenção;
- (5) maior facilidade na fabricação de novos modelos (protótipos).

Em termos de conceitos mais integrados de manufatura flexível, a empresa utiliza um conjunto de máquinas formado por três centros de usinagem verticais para usinar dois modelos de carcaça para direção. Infelizmente não são fornecidas maiores informações sobre a operação desta célula.

Os planos da empresa para 1988 incluíam a compra de mais quatro tornos CNC (tabela 3.3.3), além da aquisição (já então em processo) de um sistema de programação assistida por computador.

Entre os fatores que dificultavam o uso de MFCNs, novamente aparece com destaque o preço do equipamento, considerado excessivamente alto. Diz o autor : " Sem dúvida nenhuma o grande

inibidor da aquisição de novas máquinas está no seu custo elevado" (idem, p. 33). Além deste foram também mencionados a extensão do prazo de entrega, a pouca disponibilidade de mão-de-obra especializada, a falta de maior oferta de equipamento e a falta de maior intercâmbio entre os usuários.

Foge às pretensões do nosso trabalho um estudo da produção brasileira de MFCNs. Não obstante, é útil comentar algumas tendências recentes observadas neste mercado, ligadas aos argumentos desenvolvidos ao longo de nossa análise.

Já havíamos mencionado anteriormente que o potencial efeito poupador de mão-de-obra e mesmo os impactos sobre as qualificações variam significativamente de acordo com o tipo de MFCN. A capacidade de substituir trabalho, por exemplo, tende a ser mais acentuada nos centros de usinagem, já que aí é executado um conjunto de operações, antes realizadas por várias MFs convencionais. É preciso ter em mente que estamos nos referindo a efeitos potenciais e não a dados verificados concretamente. É relevante, portanto, ter uma idéia da difusão dos centros de usinagem no Brasil.

Caso se confirme a previsão da SOBRACON (1988, pag.41) de que seriam comercializadas 1492 MFCNs até dezembro, o parque desta máquinas subirá para 4053 unidades. Uma pesquisa da revista "Máquinas e Metais" (n. 269, junho de 1988) realizada junto aos fabricantes apurou que a indústria nacional já produziu mais de 418 centros de usinagem, desde o lançamento do primeiro em 1978. Observe-se que um dos fabricantes não forneceu seus dados e que

14 centros ainda estavam em produção. Pode-se concluir, portanto, que os centros de usinagem respondem por cerca de 10% do mercado de máquinas CNC.

Em termos de tecnologia, hoje existem 38 modelos disponíveis, sendo que em 1987 eram 32. Destes apenas 9 são produzidos com tecnologia própria; os demais têm origem na tecnologia alemã. Um dado relevante é a declaração, nesta mesma reportagem, de um representante da Thyssen Hueller, de que já se dispõe hoje no Brasil de tecnologia que permite aos usuários o emprego dos centros de usinagem em trabalhos de terceiro turno sem operador. Temos também que entre os fabricantes de máquinas-ferramentas que ainda não produzem centros de usinagem, quatro declaram-se nesta pesquisa atentos a este mercado, sendo que a ROMI já confirmou a sua entrada até 1990. Conforme declarou o diretor adjunto de marketing desta empresa : "O centro de usinagem tem um conceito novo, substitui a célula tradicional de usinagem, formada por fre-sadoras, mandriladoras, furadeira, furadeira de coluna, furadeira prismática e outras máquinas mais. E os conceitos de célula e de tecnologia de grupo precisam estar bem estruturados. O mercado vai puxar o consumo de centros de usinagem quando houver um conhecimento administrativo do fluxo de produção"(idem, p.20).

É interessante notar que este executivo condiciona uma significativa expansão do mercado de centros de usinagem a uma política de incentivo ao desenvolvimento de subfornecedores para as empresas de alta tecnologia, tendo em conta, diz ele, que cerca de 70% das empresas brasileiras são micro e pequenas. Além do mais, isso significaria um "progresso muito grande na área da me-

tal-mecânica". Uma das limitações postas às pequenas e médias empresas estaria na dificuldade de acesso aos créditos oficiais. O executivo afirma que o FINAME exige hoje garantias de até duas vezes aquilo que se está comprando e com isso ele estaria eliminando de 30 a 40% do médio empresariado. Ele cita o caso da Itália para ilustrar o seu ponto de vista. Talvez coubesse lembrar a esse executivo que uma redução no preço das MFCNs nacionais também facilitaria enormemente a sua maior difusão entre as pequenas e médias empresas.

Embora os efeitos sobre o nível de emprego da confirmação desta tendência sejam difíceis de precisar, pode-se especular que uma maior difusão de centros de usinagem provoque uma maior queda no conteúdo de trabalho qualificado no custo final dos produtos da metal-mecânica. A maior difusão de centros de usinagem entre pequenas e médias empresas poderá ter não só importantes impactos sobre o uso da força-de-trabalho na indústria metal-mecânica, como também repercutir sensivelmente sobre a competitividade da indústria. A barreira preços, contudo, parece longe de ser ultrapassada; em nossa pesquisa de campo só encontramos um subcontratado que possuía um centro de usinagem. Parece-nos ainda significativo que as grandes empresas da metal-mecânica manifestem sua intenção, ou pelo menos sua preocupação, de criar uma rede de subcontratação eficiente.

Temos também alguns dados de um artigo recente de C.E. Stemmer (1998) que corroboram a nossa tese de uma tendência a maior difusão das MFCNs entre as PMEs nacionais. O primeiro é o sucesso da empresa MCS, cuja estratégia de mercado foi o desen-

volvimento de uma série de comandos simples, baratos e eficientes. A líder do mercado nacional de comandos, a MAXITEC, tem um produto considerado bom para as MFCNs de maior sofisticação, mas cujo elevado preço não o torna o mais adequado para atender aos modelos mais simples. A MCS, no seu pouco tempo de existência, já responde por cerca de 50% do mercado nacional de comandos. Na medida em que o custo do comando responde por uma substancial parcela do custo total da máquina, pode-se prever que a proliferação de comandos mais simples tenha facilitado a aquisição de MFCNs por parte das PMEs.

Stemmer salienta duas outras tendências verificadas no mercado nacional importantes para o nosso trabalho :

- (1) Construção de MFCNs de projeto mais simples e de menor custo, que já estão fazendo considerável sucesso.
- (2) Generalização do uso do CN entre pequenos fabricantes nacionais de máquinas-ferramentas.

No outro extremo do mercado, também estão ocorrendo processos importantes. Observando a última Feira da Mecânica Nacional Stemmer mostra que já começa no Brasil a produção de máquinas-ferramentas mais potentes e sofisticadas, possuindo um alto grau de integração de sistemas de movimentação de peças e ferramentas. Além disso, tem-se no país a fabricação de linhas transfer e Sistemas Flexíveis de Fabricação incorporando elementos simples do CN.

Aumenta, pois, no país a gama de aplicações do CN às máquinas-ferramentas, o que certamente torna mais complexo o estudo de seus impactos. As análises precisarão ser mais detalhadas

se quiserem captar o que realmente está ocorrendo no interior das fábricas. De um lado, oferecem-se máquinas mais simples, cujo principal mercado potencial são as PMEs; de outro, sofisticam-se a produção nacional no sentido de oferecer aplicações mais integradas do CN às empresas de maior porte e/ou maturidade no gerenciamento de novas tecnologias.

Uma queixa recorrente dos usuários brasileiros, como pôde ser constatado em todos os trabalhos discutidos, refere-se ao preço das MFCNs brasileiras. A revista "Máquinas e Metais" (n.260, pag. 44-46) diz que em 1985, o preço das máquinas nacionais era de quatro a cinco vezes superior ao das congêneres estrangeiras. Este fator estaria hoje, segundo a revista, em torno de dois ou três vezes. Mais ainda, mesmo que o usuário se disponha a cobrir todas as tarifas alfandegárias, a importação de uma MFCN está sujeita a um reconhecimento formal de todos os fabricantes nacionais sobre sua incapacidade de produzir a referida máquina. Na prática, isto inviabiliza uma importação.

Não possuímos as informações necessárias sobre a política de preços dos fornecedores nacionais. Vale a pena, contudo, mencionar o seguinte fato relatado por alguns dos usuários : assim que foi fechado o acordo tarifário Brasil-Argentina, que possibilitou a importação de MFCNs daquele país, as quais possuíam um preço de duas a três vezes inferior ao das nacionais, alguns dos produtores nacionais passaram quase que imediatamente a oferecerem descontos de até 40%. No mínimo, isto sugere uma estratégia especulativa na formação dos preços. Cabe aqui mencionar a observação de H. Pack : "A importação de máquinas-ferramentas

frequentemente só é permitida quando os produtores domésticos certificam a sua incapacidade de produzirem as importações propostas. Sob tal política, os compradores de máquinas-ferramentas tentam manter sua capacidade de importar, enquanto os produtores provavelmente dirão estarem à altura do produto estrangeiro. Na sua ânsia de encorajar uma nova produção, alguns governos podem conferir maior peso aos argumentos dos produtores, pelo menos até que os efeitos sobre os compradores torne-se aparente. Nesse interim, a resultante incapacidade de obter equipamento de alta qualidade pode retardar o crescimento de setores fora do setor de máquinas-ferramentas "(Pack 1979, p.24).

NOTAS AO CAPÍTULO 3

1. BELL, R.M. e TAPP, J. (1972) "Automation and the structure of employment in machine shops"; trabalho não publicado para o Engineering Industry Training Board, SPRU, Universidade de Sussex.
2. KAPLINSKY, R. (1984) *Automation : The Technology and Society*, Longman, Harlow.
3. PEREZ, C. (1985) "Microelectronics, Long Waves and World Structural Change", *World Development*, vol. 13, n. 3.
4. Ver FREEMAN, C., CLARK, J. e SOETE, L. (1982) *Unemployment and Technical Innovation - A Study of Long Waves and Economic Development*, London, Frances Printer. Para uma discussão mais teórica ver DOSI, G. (1983) "Technology and Conditions of Macroeconomic Development: Some Notes on Adjustment Mechanisms and Discontinuities in the Transformation of Capitalist Economies", SPRU, Universidade de Sussex, Brighton, UK, pag. 13-16.

APÊNDICE AO CAPÍTULO 3

TABELA 3.1.1
PESSOAL ATINGIDO PELA AUTOMACAO

FUNCAO	TIPO DE PESSOAL	EFETIVOS ATINGIDOS *	PROVAVEIS IMPLICACOES
Aquisicao de equipamentos	Responsaveis (Pequenas e Medias Empresas)	Relativamente numerosos	Compreensao do desempenho e dos limites tecnicos dos equipamentos, assim como dos elementos economicos da gestao.
	Engenheiros (Grandes Empresas)	Pouco numerosos	
Concepcao dos produtos	Engenheiros, tecnicos	Relativamente numerosos	Os estudos deverao levar em conta principalmente as possibilidades dos equipamentos de producao.
Metodos de Fabricacao	Tecnicos	Relativamente numerosos	O minimo de compreensao de CN e necessario.
Programacao, regulagem	Tecnicos	Relativamente numerosos	<p>Ao conhecimento das tecnicas de usinagem junta-se aquele das linguagens de programacao, mais ou menos elaboradas, de acordo com a complexidade da peca.</p> <p>Tendencia ao desaparecimento dos supervisores e do estabelecimento de relacoes diretas operadores-programadores.</p>
Usinagem	Operadores	<p>Relativamente numerosos</p> <p>Muito numerosos</p>	<p>Terao necessidade de um certo conhecimento do CN se nao quiserem ficar tecnologicamente defasados.</p> <p>Mesmo se nao programarem, deverao saber proceder correcoes e dialogar sobretudo com a manutencao.</p>
Manutencao	Tecnicos	Numerosos	Necessita uma abordagem multi-disciplinar integrando eletronicas e diferentes tipos de automatismos.

FONTE: In OLIVIER, B. (1984), pag. 40

* Trata-se da importancia relativa atual dos efetivos de engenheiros, tecnicos e trabalhadores suscetíveis de serem afetados por essas evolucoes.

3.1.2

DE EMPREGOS "SUBSTITUIDOS" PELAS MFCNs NA INDUSTRIA
MECANICA DE ALGUNS PAISES DA OECD

	MFCNs (1984)	ROBOS (1984)	TOTAL DE EMPREGADOS	No. DE SUBSTITUIDOS COMO % DO TOTAL DE EMPREGADOS
	*			
estoque	103,308	13,000		
substituido	206,616	26,000	232,616	2,6
estoque	118,157	64,657		
substituido	236,314	129,314	365,628	6,9
estoque	6,010	1,900		
substituido	12,020	3,800	25,820	5,8
UNIDO				
estoque	32,566	2,623		
substituido	65,132	5,246	70,378	2,3
estoque	46,435	6,600		
substituido	92,870	13,200	106,070	2,6
estoque	306,476	88,780		
substituido	612,952	177,560	790,512	3,7

33

Para ambas as técnicas, suponemos que uma unidade substitui dois empregos

Fonte: in Edquist & Jacobson (1988), pg. 119

TABELA 3.2.1

AMOSTRA DE USUARIOS DE MFCNs NA ARGENTINA

	No. DA FIRMA	TAMANHO	No. DE TORNOs CN	No. DE CENTROS DE USINAGEM	PRIMEIRA INCORPORACAO	ULTIMA INCORPORACAO	ORIGEM DO EQUIPAMENTO
GRUPO I	1	GRANDE	12	4	1974	1982	Italia, Japao, E.U.A., Suica, Franca, Reino Unido
	2	GRANDE	23	5	1970	1983	E.U.A. Reino Unido
	3	MEDIA	7	5	1975	1983	Alemanha Suica Japao
GRUPO II	4	MEDIA	2	-	1978	1981	Suecia Argentina
	5	PEQUENA	2	-	1980	1981	Argentina
	6	PEQUENA	1	1	1982	1982	Italia

FONTE: in Chudnovsky (1984), pg. 19

TABELA 3.2.2
 AMOSTRA DE USUÁRIOS DE MFCNS NA ARGENTINA

No. DA FIRMA	PRODUTOS	PESSAL		NA PROGRAMAÇÃO CN	PRODUÇÃO SOB ENCOMENDA	TURNOS	EXPORTAÇÃO	LICENCIAMENTO
		TOTAL	PRODUÇÃO					
6	Equipamento Hidroelétrico e Nuclear	2.100	1.050	7	SIM	2	SIM	SIM
0	Equipamento para indústria de petróleo	1.000	650	6	NAO	2	SIM	SIM
1	Equipamento para indústria de petróleo e de defesa	150	83	4	SIM	3	SIM	NAO
6	Equipamento para indústria de petróleo	100	75	x	SIM	1	NAO	NAO
0	Valvulas	45	25	x	SIM	1	NAO	SIM
11	Partes avulsas	20	18	x	SIM	1	NAO	NAO

FORNTE: in Chudnovsky (1984), pg. 21.

(x) a programação não e feita por pessoal especializado.

TABELA 3.3.1

CLASSIFICACAO DE EMPRESAS DE ACORDO COM A
ESTRATEGIA DE MODERNIZACAO

	SISTEMICA	PARCIAL	CONVENCIONAL	TOTAL
Auto-pecas	11	6	1	18
Aeronauticas	1	3	3	7
Maquinas-ferramenta	2	12	6	20
Varias	4	8	4	16
Total	18	29	14	61

FONTE: In Fleury (1988), pag. 66

TABELA 3.3.2

NUMERO DE EQUIPAMENTOS MICROELETRONICOS ENCONTRADOS EM EMPRESAS AMOSTRA

	Estrategia	Sistemica				Parcial			
		EAI	CAD	MFCN	PLC	EDPE	CAD	MFCN	PLC
A U T O	No. EMPRESAS	7	9	5	TODAS	1	5	3	TODAS
	No. EAI	8	182	36	ND	1	72	26	ND
A E R E	No. EMPRESAS	1	1	0	1	0	3	0	1
	No. EAI	2	52	0	ND	0	7	0	ND
M A Q	No. EMPRESAS	1	2	0	2	2	12	1	10
	No. EAI	2	140	0	ND	2	45	1	ND
V A R I O S	No. EMPRESAS	1	3	1	TODAS	1	8	2	8
	No. EAI	1	58	1	NA	1	53	5	ND
	TOTAL	10	15	6	-	4	28	6	-
	TOTAL EAI	13	432	37	-	4	177	32	-

ND: Nao Disponivel

FONTE: In Fleury (1988), pg. 68

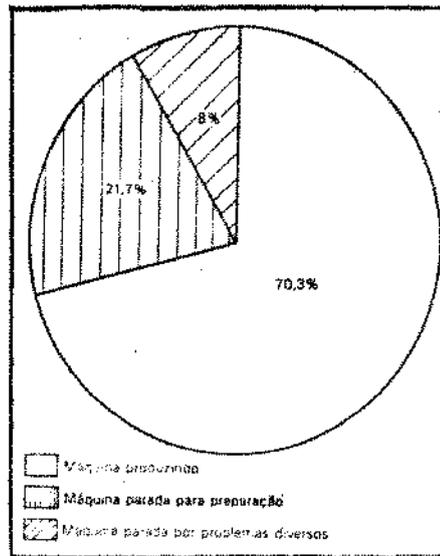
OBS.: EAI - Equipamentos de Automacao de base Microeletronica

TABELA 3.3.3.
HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DO PARQUE DE MFCNs DA D.H.B.

Ano	Tipo	Quant.	Total
1976	Fresadora CN	1	1
1978	Torno CN	1	2
	Centro de usinagem horizontal	1	
1985	Torno CNC	3	
	Retificadora CNC	1	
	Centro de usinagem horizontal	2	10
	Centro de usinagem vertical	1	
	Centro de usinagem duplex	1	
1986	Torno CNC	2	2
1987	Torno CNC	4	4
1988	Torno CNC	4	4
Total			23

Fonte: Sonaglio , 1988, pag. 29.

GRÁFICO 3.3.1.
APROVEITAMENTO DAS MÁQUINAS



Fonte: Sonaglio, 1988, pag. 32.

TABELA 3.3.4.
COMPARAÇÃO DOS TEMPOS DE USINAGEM

T. antigo T. mecânico (min.)	Torno CNC (min.)	%
40	6	6,7
30	4	7,5
12	2	6
8	2,8	2,85

Fonte: Sonaglio, 1988, pag. 32.

CAPÍTULO 4 : RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

INTRODUÇÃO

Pretende-se, neste capítulo, apresentar os principais resultados da pesquisa de campo realizada e relacioná-los com o conjunto da discussão precedente. A fim de situar essas observações dentro de um quadro mais amplo, a seção 1 traz alguns dados a respeito do panorama recente de dois importantes setores da amostra (mecânica e autopeças). Privilegiou-se nesta exposição informações mais ligadas com o conteúdo deste estudo.

A pesquisa de campo compreendeu um universo de 19 empresas, divididas por setores e por porte. Três setores estão presentes : aeronáutica (1 empresa), mecânica (14) e autopeças (4), sendo que entre as mecânicas, seis estão voltadas para serviços de subcontratação.

Para efeitos de análise a amostra foi dividida da forma explicada abaixo. Um primeiro grupo refere-se às empresas dedicadas a serviços de usinagem para terceiros (subcontratadas). Neste grupo estão incluídas 6 empresas de 28 a quase 300 empregados. O segundo grupo compõe-se de 6 médias empresas com produto próprio espalhadas por diversos segmentos (máquinas agrícolas, máquinas para a indústria de plástico, máquinas têxteis, etc.). Finalmen-

te, temos o grupo formado por sete grandes empresas (aeronáutica, autopeças, válvulas de precisão e máquinas-operatrizes).

Vejamos agora as relações entre esses grupos. Com o propósito de aprofundar a temática da subcontratação e sua implicação na difusão de novas tecnologias, a amostra foi organizada de tal forma que as empresas subcontratadas do grupo 1 têm uma ou algumas das grandes empresas do grupo 3 entre seus principais clientes. Há casos, inclusive, onde a empresa subcontratada foi fundada por ex-funcionários de uma das grandes empresas. Desta forma foi possível estudar o processo de subcontratação pelos dois pólos e cruzar as informações obtidas. Em segundo lugar, foram incluídas entre as grandes empresas duas importantes fabricantes de MFCNs, sendo que uma delas é a líder incontestada do mercado. Isto foi feito com o intuito de avaliar o papel do fabricante na difusão dessa tecnologia, sobretudo entre as pequenas e médias empresas

4.1. SITUAÇÃO RECENTE DA INDÚSTRIA MECÂNICA E DA DE AUTOPEÇAS

4.1.1. A INDÚSTRIA MECÂNICA

Segundo o estudo Tavares *et alii* (1978) sobre a estrutura da indústria brasileira, uma das principais características da indústria mecânica, quando comparada com os demais ramos, é a baixa relação capital/trabalho que ela apresenta e os níveis salariais mais elevados. Verificam-se, pois, na mecânica os custos de trabalho mais altos da indústria e, uma vez que a produtividade não é suficientemente elevada para compensar estes custos, a rentabilidade do setor é uma das mais baixas verificadas na indústria. Já no que se refere ao grau de maturidade tecnológica da indústria mecânica nacional, o mesmo estudo considera a forte presença de grandes empresas, sobretudo multinacionais, na liderança do setor como uma das razões para a maior difusão na mecânica de novas tecnologias.

O estudo de Tavares *et alii* (1978) foi realizado com dados de 1970 e para obter informações mais atualizadas a esse respeito recorreremos ao trabalho de Laplane *et alii* (1985).

O trabalho de Laplane refere-se ao conjunto da indústria de bens de capital, mas como o núcleo de difusão de inovações nessa indústria é o segmento fabricante de máquinas-ferra-

mentas para corte de metais, consideramos interessante discuti-lo aqui. Este estudo mostra como, a partir da década de 60, o recurso a contratos de licenciamento para transferência de tecnologia de produto adquire importância crescente, tanto no caso de empresas nacionais como de subsidiárias estrangeiras. O licenciamento passou, inclusive, a ser um elemento central na estratégia de concorrência das empresas. Deve-se notar ainda que muitas vezes ele era uma exigência dos clientes, notadamente as empresas estatais. Ter, pois, contrato de licenciamento passou a fazer parte da estratégia de marketing das indústrias produtoras de bens de capital. Na maioria dos casos, porém, esses acordos levavam a uma maior capacitação com relação ao processo de produção mas não possibilitavam capacitação quanto ao projeto de máquina ou equipamento, já que a transferência a nível de tecnologia de produto se dava de forma precária. Assim, o desafio tecnológico para a indústria nacional de bens de capital dá-se em dois níveis: incorporar os novos equipamentos e produzi-los internamente. A Secretaria Especial de Informática desempenha um papel fundamental nesse processo.

O mesmo trabalho afirma ainda que em termos de idade tecnológica dos produtos fabricados no país, a indústria local está relativamente atualizada, sendo que aqueles foram lançados no mercado local com apenas 2 ou 3 anos de atraso em relação aos países avançados. Pode-se, portanto, afirmar que graças principalmente aos acordos de licenciamento, as empresas nacionais têm sido capazes de colocar no mercado novos equipamentos de automação relativamente atualizados tecnologicamente e de qualidade se-

melhante à dos produtos comercializados no mercado internacional. Há, não obstante, o problema dos preços sensivelmente mais elevados desses produtos nacionais. É de se prever que com a aquisição de maior experiência na fabricação desses equipamentos, as empresas nacionais possam acabar reduzindo seus preços, embora a limitação imposta pelo tamanho do mercado não deixe margem para a realização de economias de escala significativas no curto ou médio prazos. A indústria brasileira de bens de capital, segundo o estudo, tem hoje capacidade técnica para atender o mercado interno, só que essa capacitação tecnológica das empresas nacionais é limitada; em primeiro lugar, porque é baseada em tecnologia transferida do exterior, e em segundo, porque a dinâmica do processo inovador no exterior pode eventualmente tornar obsoletos os conhecimentos adquiridos pelas empresas nacionais nos últimos anos.

Quanto à difusão desses novos equipamentos de automação na indústria brasileira de bens de capital, trata-se ainda de um processo em estágio incipiente, sendo que o principal obstáculo para o seu aprofundamento, segundo os autores do estudo, seria o quadro recessivo do período recente (1980 - 85). Atuando em sentido oposto teríamos, de um lado, a demanda crescente por equipamentos de automação, principalmente nos setores exportadores da indústria, e de outro, a Política Nacional de Informática implantada pela SEI. É importante, por fim, destacar a conclusão do trabalho de que, ao que tudo indica, a recuperação do setor de bens de capital, nos próximos anos, deverá estar apoiada na capacidade de desenvolver e produzir equipamentos mais sofisticados e

de maior conteúdo tecnológico, para atender às necessidades do próprio setor e dos diversos ramos da indústria.

Quanto ao desempenho recente do setor as tabelas 4.1.1. e 4.1.2. nos dão uma idéia do que vem ocorrendo. Destaca-se, primeiramente, a profundidade da crise do início dos anos oitenta. Na tabela 2.29 por exemplo, vê-se que à exceção dos salários, todos os demais índices sofreram quedas de cerca de 30% em relação a 1980 nos anos 1983/1984. Ademais, novamente excetuando os salários, até 1987 nenhum desses índices havia recuperado a nível de 1980. Os indicadores financeiros da tabela 4.1.1. confirmam esse quadro. Em 1983 a receita operacional líquida média das empresas da amostra da Gazeta Mercantil, que são justamente as principais do setor, correspondia a 58,2% do valor de 80 e em 1986, mesmo com a recuperação, ainda estava a 76% do resultado obtido em 1980. A rentabilidade das empresas, por sua vez, cai agudamente na crise, mas já a partir de 1984 supera os índices de 1980, embora o quadro continuasse bastante desalentador. A rentabilidade do setor de equipamentos pesados em 1984 foi de apenas 8,2% e o setor de máquinas operatrizes ficou na marca de 18,2%. O Plano Cruzado foi essencial para elevar a rentabilidade do setor, que segundo o balanço das 418 empresas analisadas, foi de 33,3% (mediana), um índice mais elevado do que a média que se registra na atividade industrial. É de se destacar o desempenho do subsetor de máquinas operatrizes, que alcançou rentabilidade de 45,7%. A indústria de bens de capital sob encomenda, fabricante de máqui-

nas e equipamentos de grande porte foi a única que não viveu a euforia do Cruzado. A capacidade ociosa deste segmento permaneceu nos 40% e sua rentabilidade foi de 7,6%.

Cabem agora algumas referências quanto à balança comercial do setor. No período contemplado no estudo do Banco Central - 1980 a 1985 - (conforme tabela 4.1.3.) é possível observar que as exportações da indústria mecânica demonstravam, com exceção dos anos 1982 e 1983, uma tendência de crescimento moderado, sendo a taxa do período de 15,0%. O subgrupo de maior expressão (motores a explosão e combustão interna) é justamente aquele que apresenta o maior nível de crescimento para o período (83,6%). Chama atenção o comportamento das exportações de máquinas-ferramentas, onde se verificou uma variação negativa da ordem de 58%. Os dados fornecidos pela ABIMAQ/SINDIMAQ (tabela 4.1.3.) confirmam essa forte queda (as diferenças devem-se talvez aos níveis de agregação distintos).

A moratória adotada pelo México e a redução das importações de muitos outros países do 3o. mundo é apontada como uma das causas deste fenômeno, já que se tratava de um mercado preferencial dos produtos brasileiros (Fleury, 1988, pag. 59). O fenômeno pode apontar também para uma crescente defasagem tecnológica desse sub-setor, dado a sua incapacidade de atuar com sucesso em mercados mais competitivos. A isto pode-se acrescentar o elevado nível de proteção interna, permitindo a prática de preços bem mais elevados que os do mercado internacional, não estimulando, assim, um esforço maior pela conquista de mercados externos. Chama a atenção ainda a violenta compressão das importações (tabela

4.1.4.). Na categoria "caldeiras, máquinas e instrumentos mecânicos", importou-se em 1985 apenas 51,2% do valor das importações de 1980. A tendência, aliás, está presente em todo o segmento de Bens de Capital; o total em valor importado em 1985 correspondeu a 56,6% do valor de 1980. Observando-se a balança comercial do setor de bens de capital vemos a passagem de um déficit de cerca de US\$ 1 bilhão em 1980 para um superavit de US\$ 1,4 bilhões em 1985. Ao mesmo tempo, verifica-se uma ligeira queda no peso relativo das exportações de bens de capital no total das exportações brasileiras (tabelas 4.1.5. e 4.1.6.).

A pergunta importante é qual terá sido o impacto deste fenômeno sobre o estágio tecnológico do parque industrial brasileiro. Tomemos o caso do setor de máquinas-ferramentas como exemplo. Em 1984, as exportações brasileiras de máquinas-ferramentas alcançaram US\$ 20.248 mil FOB, representando 6.453 unidades (valor médio unitário de US\$ 3.137). As exportações concentraram-se em MF de uso geral pouco sofisticadas. No mesmo ano, o Brasil importou 607 máquinas-ferramentas a um valor de US\$ 39.945 mil FOB (valor médio unitário de US\$ 65.807). O elevado valor unitário das importações indica a concentração da pauta em MF especiais e/ou sofisticadas (Ferreira, 1987, pag.152).

As importações brasileiras de bens de capital referem-se geralmente, pois, a equipamentos de maior conteúdo tecnológico, que na maior parte dos casos não podem ser produzidos internamente. Além do mais, seria difícil crer que no curto espaço de tempo de 1980-1985 fosse possível realizar uma substituição de importações em tal montante, de forma a não provocar uma séria

defasagem tecnológica na indústria nacional. Trata-se muito mais de uma violenta compressão das importações no setor, cujos impactos deverão ser sentidos nos próximos anos. Uma consequência provável seria a perda de competitividade do setor de bens de capital brasileiro no mercado internacional.

4.1.2. AUTOPEÇAS

Atualmente o setor de autopeças no Brasil compõe-se de mais de 1500 empresas, produzindo uma variada gama de componentes para automóveis, tratores e outros veículos motorizados. Do conjunto de firmas, cerca de 40% são filiadas ao SINDIPEÇAS (Tauile, 1984b).

A história deste setor está intimamente ligada à constituição da indústria automobilística no país, sendo o marco de referência o ano de 1957, o qual assinala o advento do primeiro ciclo de crescimento completo desta indústria (Guimarães, 1982). Durante esse ciclo inicial da automobilística, que se estendeu até 1962, verifica-se a instalação de um grande número de fabricantes de autopeças, sendo uma parte significativa constituída por filiais de multinacionais. Duas grandes fabricantes, uma americana e outra alemã, contidas em nossa amostra, chegaram ao país, por exemplo, em 1959. Além das perspectivas favoráveis do mercado brasileiro, a vinda dessas empresas pode ser em parte explicada pela pressão exercida pelas montadoras, que precisavam atingir certos níveis de nacionalização. Uma prova da expansão do setor de autopeças é o fato de já em meados de 1962, o índice de nacionalização atingiu taxas de 86,4% a 94,3% dependendo do tipo de veículo (Tauile, 1984b, pag.9). O crescimento do setor acompanha a expansão do mercado interno e só a partir de 1974, com os primeiros sinais de dificuldades, a estratégia das empresas teve

de ser de alguma forma alterada, dando uma maior atenção aos mercados externos. O setor continua a crescer, só que agora a um ritmo mais lento. A criação do programa BEFIEEX (Programa de Concessão de incentivos Fiscais para as Exportações) em 1972 já havia estimulado as montadoras a penetrar nos mercados externos. No caso do setor de autopeças, as benesses desse programa se restringiram a algumas poucas grandes firmas do setor, a maioria das quais multinacionais. A concessão dos incentivos estava condicionada à existência de níveis pré-estabelecidos de exportações por um período longo, algo muito mais viável para as filiais de multinacionais, que podiam, por exemplo, assegurar cotas em seus países de origem (Gadelha e Lobão, 1982 in Tauile, 1984b). A estratégia exportadora da maioria das outras firmas era a exploração de nichos no mercado latino-americano.

O mercado do setor divide-se em três segmentos: um segmento composto pelas montadoras locais (atendido basicamente pelas empresas maiores e associadas ao SINDIPEÇAS) que usam esses componentes na sua produção ou os vende como partes originais no mercado de reposição; uma outra parte da produção é dirigida diretamente ao mercado reposição com uma marca registrada; e o terceiro segmento é das vendas ao mercado de reposição, só que sem fazer uso de nenhuma marca. Afora isso, temos ainda as exportações. Uma idéia da evolução desses mercados é dada pela tabela 4.1.7.

Os dados dessa tabela evidenciam o esforço do setor de autopeças de adquirir uma maior independência frente às montadoras e, assim, diversificando mais os seus mercados assegurar uma

maior estabilidade da demanda. Em função das características do nosso estudo dois pontos precisam ser ressaltados: (1) esse aumento do esforço exportador traz consigo inevitavelmente uma maior preocupação com a qualidade, fator essencial para concorrência no mercado internacional. Essa pressão vem também por parte das montadoras, que procuram da mesma forma dirigir uma maior parte da sua produção ao exterior e portanto necessitam de maior qualidade de seus fornecedores. (2) Como lembra Fleury, na categoria "outros", inclui-se a indústria aeronáutica brasileira, o que reforça a tendência já mencionada de aumentar a qualidade, já que os níveis de tolerância no setor aeronáutico são bastante rígidos (Fleury, 1988, pag.52). A busca de uma maior qualidade nos produtos fabricados, por sua vez, é um "primo movens" da automação industrial.

Vejamos agora alguns indicadores conjunturais do setor. Em 1986, ele contribui com 3% do PNB e exportou US\$ 4 bilhões. Vê-se na tabela 1.1.8. que os impactos da forte recessão pela qual passou o país no início dos anos oitenta, foram mais acentuados em 1983, sendo que em termos de Receita Operacional Líquida os níveis de 1980 não haviam sido recuperados em 1986. Deve-se lembrar que a amostra em questão representa as principais empresas do setor. Em 1985 houve já uma superação dos níveis de 1980, mas a crise da automobilística empurrou em 1986 o setor de autopeças novamente para patamares inferiores. Os índices de lucratividade acompanham a evolução do faturamento. O grau de endividamento não apresentou grandes oscilações e situa-se em níveis considerados razoáveis.

A evolução das exportações do setor é apresentada na tabela 4.1.3. (Partes, Peças, Acessórios). Com exceção dos anos 1982 e 1983, elas crescem continuamente, sendo a variação no período de +62,3%.

O comportamento do emprego é bem mais instável, demonstrando mais claramente os efeitos da crise. A tabela 1.1.9. apresenta os dados para o conjunto do setor. Como se pode ver, ele cai mais rápida e significativamente que a receita operacional líquida média das empresas, recuperando-se porém com maior segurança. Em 1986, por exemplo, o emprego expandiu-se enquanto a receita do setor estava em descenso (pelo menos a média da amostra da Gazeta Mercantil).

4.2. AS EMPRESAS SUBCONTRATADAS

Este segmento da nossa amostra compõe-se de seis empresas, quatro delas localizadas no município de Campinas, uma em Indaiatuba (SP) e a outra em Santa Bárbara do Oeste (SP). As tabelas 4.2.1. e 4.2.2. nos dão uma idéia do porte dessas empresas em termos da evolução do número de empregados e do faturamento. É impressionante observar o crescimento de ambos. O impacto da crise do início dos anos oitenta foi bem menos significativo para essas empresas do que para o conjunto do setor mecânica. Em algumas delas, o volume de emprego quase não foi afetado pela conjuntura recessiva. Isso poderia vir a confirmar a hipótese de S. Brusco apresentada no capítulo 1 a respeito da influência positiva da existência de redes de subcontratação sobre o volume de emprego, frente a um quadro recessivo. Atualmente, só a empresa A pode ser considerada uma pequena empresa; note-se, porém, que em 1980, todas as que já existiam eram de pequeno porte.

Vale a pena traçar um pequeno histórico dessas empresas e descrever o mercado onde atuam. A tabela 4.2.3. traz alguns dados sobre a origem das empresas da amostra. Com exceção da empresa A, todas as demais foram fundadas por ex-operários com razoável experiência em mecânica, quase todos possuindo cursos do SENAI. Em muitos casos, essas empresas tornaram-se fornecedoras das empresas de origem de seus proprietários. O processo mais comum é aquele em que o operário mais especializado tem uma idéia do tipo de serviços dos quais a empresa necessita e monta então

uma empresa justamente para ocupar esse espaço de mercado. A empresa de origem muitas vezes incentiva esse processo, desejando diminuir o seu grau de verticalização.

A história da empresa B ilustra bem essa afirmação. A empresa de onde saíram seus proprietários é uma grande contratadora de serviços de usinagem da região, embora possua um parque de usinagem próprio bastante amplo. Logo após a criação da empresa B, ela tornou-se o seu primeiro cliente e hoje continua a ser um dos principais. Em entrevista junto com engenheiros dessa empresa, estes declararam que é política interna o apoio ao desenvolvimento e qualificação de alguns fornecedores preferenciais. Uma relação mais próxima com uma ou algumas grandes empresas representa um importante fator para o crescimento das subcontratadas. Deve-se observar, porém, que o tipo de vinculação verificada em nossa pesquisa é bem mais débil que a encontrada no caso japonês. As pequenas empresas pesquisadas evitavam ficar por demais dependentes de um único cliente.

A trajetória desses empresários não é muito diferente daquela dos empreendedores do norte da Itália descritos nos trabalhos de Brusco e de Piore e Sabel. Criam-se situações onde o operário especializado sente-se incentivado a trabalhar por conta própria e o ambiente concorrencial favorece o florescimento desses empreendimentos. Talvez interesse aos adeptos de abordagens mais sociológicas saber que no caso da única exceção (empresa A), os fundadores eram de origem japonesa.

Ao se tratar as empresas da amostra, deve-se levar em conta o fato de que elas se encontram entre as mais bem sucedidas

em sua área de atuação. O seu desempenho já lhes permitiu investir numa tecnologia mais avançada - o comando numérico. Segundo o depoimento de um dos empresários entrevistados, a trajetória mais comum desse tipo de empresa é de , após alguns anos de atuação, não serem mais capazes de amortizarem seus gastos em equipamentos, cessando conseqüentemente os novos investimentos, e caindo na obsolescência. O esforço para uma constante modernização dos equipamentos, em geral, lhes é bastante oneroso. Existem algumas empresas, por exemplo, que quando adquiriram sua primeira MFCN, o valor da máquina excedia o seu ativo imobilizado.

Podemos ter uma idéia do esforço de modernização dessas empresas através da tabela 4.2.4., onde está discriminado o parque de MFCNs de cada uma. As compras concentraram-se fortemente no período 1985-1987, em parte induzidas pela euforia do Plano Cruzado. Nenhuma das empresas, contudo, mostrou-se arrependida das aquisições ou estava em dificuldades financeiras em função delas. Esse parque de máquinas é composto, em sua maior parte, por MFCNs relativamente simples ; apenas as empresas F e D possuíam máquinas um pouco mais sofisticadas (Centro de Usinagem e Fresadora). Isso não quer dizer que se trate de máquinas baratas; em fevereiro de 1988, o preço de um torno GALAXY, segundo informação de uma dessas empresas, estava por volta de US\$ 320.000. Essas empresas estavam investindo também em sistemas de programação das MFCNs mais modernos, conforme vemos na tabela 4.2.5. A empresa F, por exemplo, possui um sistema de programação totalmente automático e , em breve, a empresa E talvez instale um até mais sofisticado. Os sistemas automáticos agilizam sensivelmente

a atividade de programação, sobretudo em se tratando de peças de geometria complicada.

O mercado onde elas atuam segmenta-se, grosso modo, de acordo com o porte (tamanho e qualidade do parque de máquinas) e o tipo de produção das empresas (vide tabela 4.2.6). Na área de prestação de serviços de usinagem encontram-se dois tipos de empresas : as ferramentarias, que trabalham com lotes pequenos e fabricam peças de maior complexidade, e as dedicadas à "produção", ou seja, que lidam com grandes lotes de peças com especificações mais simples. A divisão, porém não é rígida, havendo empresas que operam nos dois segmentos. O porte é fundamental para a concorrência. No caso de peças de maior complexidade técnica, as empresas que dispõem de um equipamento mais avançado levarão vantagem. A mesma empresa, contudo, poderá perder para uma menor, menos equipada, no caso de uma peça relativamente simples, já que seus custos indiretos serão maiores.

Na amostra, portanto, tem-se as empresas A e F em dois extremos. Enquanto a primeira adquiriu apenas recentemente um torno CN de menor porte, a outra inclui em seu parque máquinas mais sofisticadas como fresadoras e centros de usinagem. São empresas, pois, que atuam em faixas de mercado bastante distintas, algo que ainda é reforçado pelo fato de localizarem-se em cidades diferentes. A segmentação do mercado por localização é razoável no setor, sobretudo para as empresas de menor porte. As empresas maiores têm um raio de atuação mais amplo. A empresa F só concorre mais fortemente com uma empresa maior de sua cidade, estando em São Paulo a maior parte de seus concorrentes.

Nesse sentido, a aquisição de MFCNs pode representar uma estratégia concorrencial importante para essas empresas, como podemos constatar na tabela 4.2.7. A capacidade instalada das empresas, com destaque para o nível de modernização dos equipamentos, determina em boa medida o tipo e o volume de encomendas que ela irá receber. Um dos entrevistados mencionou o grande número de pedidos que não pôde atender no passado por não dispor de uma MFCN. Muitas vezes, os próprios clientes tomam a iniciativa de alertar o fornecedor para este fato.

Justamente, o fator concorrência ocupa o segundo lugar entre os motivos mais citados para a aquisição de MFCNs, conforme se vê na tabela 4.2.8. Embora trate-se de empresas onde o custo da mão-de-obra representa uma parcela significativa do custo total, a redução dos custos salariais não figura entre as principais razões para a introdução da nova tecnologia. É preciso, contudo, fazer a ressalva de que, embora em nenhuma delas tenha se verificado uma redução de pessoal em função da introdução das MFCNs, vários proprietários afirmaram que sem essas máquinas teriam de empregar um contingente bem maior de pessoal. A escassez de mão-de-obra qualificada, por sua vez, tem estimulado a difusão das máquinas-ferramentas com CN. Há um certo consenso entre as empresas de que um operário com boa qualificação em mecânica não fica desempregado na região. Dá-se, inclusive, uma acirrada disputa entre as empresas por esse tipo de profissional.

A principal motivação dessas empresas para introduzirem MFCNs está ligada ao incremento da qualidade de seus produtos. Num período onde a maioria dos seus clientes ressentem-se da re-

tração do mercado interno e estão tentando ampliar suas exportações, o fator qualidade adquire uma especial relevância para eles, e isso é repassado aos seus fornecedores, como já foi descrito anteriormente. O processo de escolha e qualificação dos fornecedores passa a ser cada vez mais rigoroso, sobretudo por parte das multinacionais. A meta final é trabalhar exclusivamente com fornecedores de qualidade assegurada, dispensando o trabalho de inspeção do material recebido.

A tabela 4.2.9. deixa claro que os dois grandes problemas dessas empresas quanto ao uso da tecnologia CN são o alto preço dessas máquinas e a falta de capacidade de manutenção. O principal obstáculo à difusão é, sem dúvida, o preço do equipamento. Além das MFCNs brasileiras serem em média 3 a 4 vezes mais caras que suas congêneres no exterior (segundo informações dos usuários entrevistados), esse preço interno tem-se elevado acima da inflação. A tabela 4.2.10 permite visualizar o que vem ocorrendo.

Apenas a empresa F começava a montar uma equipe própria de manutenção com conhecimentos de eletrônica, capaz de resolver a maioria dos problemas das MFCNs. As demais dependiam quase que inteiramente dos fabricantes para cuidar dos problemas de natureza eletrônicos que as máquinas apresentavam. É na área de manutenção que se dá a grande falta de qualificações para o uso de MFCNs.

A formação de operadores/preparadores não tem apresentado maiores dificuldades para as empresas da amostra. Elas recorrem aos cursos de treinamento ministrados pelos fornecedores,

tanto para a operação quanto para a programação das máquinas. Dá-se geralmente preferência a operadores de máquinas convencionais com bom desempenho, dentro da faixa etária de 20-25 anos e com um melhor nível de escolaridade para serem alocados nas MFCNs. Há, contudo, variações a esse respeito. A questão da qualificação do operador da máquina CN vai depender muito do tipo de atividade que ele terá de desempenhar. Se à tarefa de operação acrescenta-se atividades de preparação ou mesmo de programação, então o nível de qualificação exigido eleva-se consideravelmente.

Nas empresas visitadas, porém, não foi encontrado nenhum caso de associação entre operação e programação. Na verdade, a tarefa dos operadores nessas empresas é bastante limitada; eles colocam a peça, supervisionam a operação e, no máximo, executam correções de medidas. As tarefas mais críticas associadas à preparação das MFCNs são realizadas pelo preparador de máquinas. É esse profissional que apresenta um nível de qualificação mais elevada, pois nesse tipo de empresa, a ele cabe ainda a tarefa de programação, sendo, portanto, um preparador/programador. As empresas adeptas desse sistema de preparador/programador alegam que o número ainda reduzido de MFCNs não justifica a figura do programador isolado, trabalhando no escritório. A empresa F constitui uma exceção, sendo a programação aí executada por um profissional de nível superior incompleto, na faixa de 25 anos, alocado no escritório. Isso é compreensível em função da maior dimensão do parque de MFCNs dessa empresa. Saliente-se, não obstante, que esse profissional começou sua carreira na empresa operando máquinas convencionais e, posteriormente MFCNs.

Na empresa A, um dos proprietários programa ele próprio a máquina CN, realizando muitas também a preparação e a operação. O normal, porém, é escolher-se um operário de maior nível de escolaridade e experiência profissional para atuar como preparador/programador e deixar a tarefa de operação propriamente dita para funcionários de baixa qualificação. Numa das empresas visitadas, o proprietário afirmou colocar na operação das MFCNs aqueles operários de mais baixa qualificação, aqueles de quem não se esperava muita progressão na carreira, e que ganhavam o piso salarial metalúrgico.

Todos os entrevistados concordaram que não valia a pena colocar um profissional especializado, tipo torneiro-ferramenteiro para operar uma MFCN. Nesse sentido, não se pode dizer que houve um rebaixamento das qualificações nessas empresas com a introdução dessa nova tecnologia. Só se desloca o profissional mais qualificado de máquinas convencionais para trabalhar com as MFCNs atribuindo-lhe funções de preparação e/ou programação, o que tende a elevar sua qualificação e remuneração.

Em termos de salário, o quadro não é muito nítido. Um operador de CN tende a ganhar mais que a média dos torneiros de máquinas convencionais, mas seu salário é sempre menor que o dos torneiros especializados de máquinas convencionais. O pico salarial nessas empresas localiza-se na área de ferramentaria, onde a introdução da tecnologia CN demandaria a aquisição de máquinas mais sofisticadas e, portanto, de maior preço. A remuneração dos preparadores CN também não difere muito da dos convencionais, embora sempre que se verificam diferenças, são a favor dos primei-

ros. Não é aconselhável, contudo, tomar esse quadro como definitivo, já que essas empresas ainda estão com pouca experiência no uso da tecnologia do comando numérico.

Sem dúvida, o fato de trabalharem para empresas onde o aspecto qualidade é fundamental teve um grande peso na difusão das MFCNs entre essas empresas subcontratadas. Muitas das empresas contratantes, como veremos adiante, implantaram ou estão implantando alguma forma de sistema "just-in-time", o que exige uma maior flexibilidade dos seus fornecedores.

Como já foi mencionado anteriormente, as principais empresas contratadoras de serviços de usinagem da região estão realizando um considerável esforço para aumentar sua penetração nos mercados externos. Atuam em segmentos onde a qualidade de conformação das peças é essencial para assegurar sua aceitação nesses mercados. No caso da indústria aeronáutica, isso passa a ser um fator crítico, dado o rigor das normas de homologação dos produtos. Embora do ponto de vista dos custos possa ser vantajoso repassar uma razoável parcela dos serviços de usinagem para terceiros, esse projeto esbarra no número insuficiente de fornecedores qualificados. A posse de uma MFCN, por si só, já demonstra um patamar tecnológico mais alto alcançado pela firma subcontratada. Funciona como uma garantia para o cliente. Há casos onde a própria configuração da peça exige sua usinagem numa MFCN. A consequência é que os serviços de usinagem mais "nobres" tenderão a ser entregues a empresas mais capacitadas tecnologicamente. É por isso que a posse de MFCNs passa a ter uma importância cada vez maior para os clientes na hora de selecionarem seus fornecedores

de serviços de usinagem.

De qualquer modo, ainda estamos longe do modelo japonês. Não se verificou em nosso caso um esforço mais coordenado por parte das grandes empresas para constituírem uma rede de subcontratados eficientes. A iniciativa de inovar partiu claramente das pequenas empresas. O processo foi certamente bem visto pelos clientes, mas na maior parte dos casos isso não implicou um engajamento mais ativo por parte deles. A tendência à cooperação entre os subcontratados e os clientes é bem mais tênue entre as empresas da nossa amostra do que aquela relatada por Watanabe no modelo japonês. Isso não quer dizer, porém, que inexistiu qualquer tipo de apoio.

É verdade que o tipo de incentivo variou bastante. A empresa C, que trabalha para a grande empresa aeronáutica, afirma ter recebido desta empresa um incentivo verbal no sentido de que tipo de MFCN deveria ser adquirida. Isso pode ser entendido na medida em que dos cerca de 60 fornecedores de serviços de usinagem da empresa aeronáutica, apenas 5 ou 6 possuem MFCNs e a empresa vem encontrado dificuldades em encomendar junto a terceiros serviços de maior precisão, justamente o tipo realizado pela empresa C.

Quanto maior a dificuldade de encontrar uma empresa subcontratada para a execução de um certo tipo de serviço, maior o incentivo para investir na qualificação dos fornecedores existentes. A mesma empresa C afirmou não receber o mesmo tipo de apoio dos demais clientes, já que eles têm maior facilidade de encontrar fornecedores adequados as suas exigências. Em geral,

portanto, as empresas subcontratadas não encontram nos seus clientes a figura do assessor técnico, como se dá no caso japonês. A situação aqui assemelha-se mais ao caso italiano. O que todas as firmas contratantes exercem é um rigoroso monitoramento da produção de seus fornecedores. Realizam inspeções periódicas e distribuem manuais explicando os padrões de qualidade exigidos. Atualmente, a maioria delas vêm insistindo bastante para que seus subcontratados introduzam o Controle Estatístico da Produção (CEP). Não parecem, contudo, auxiliar na implantação das técnicas necessárias aos cumprimentos desses requisitos.

De vital importância é o papel do fornecedor de MFCNs. Essa empresa, além de ser a líder absoluta no mercado de MFCNs (detém 55%), caracteriza-se por produzir máquinas relativamente simples e de uma faixa de preços mais acessíveis às PMEs. Nesse mercado de pequenas empresas concorria até pouco tempo com apenas uma outra empresa do interior de São Paulo, a qual, devido a uma série crise financeira, só pôde penetrar com mais segurança nesse mercado a partir de 1986. Todas as empresas subcontratadas da amostra destacaram o papel deste fabricante na sua decisão de adquirir MFCNs. Possuindo uma ampla rede de representação por todo o país, essa empresa tem facilidade em identificar novos clientes potenciais. Uma vez identificado um desses clientes, desenvolve junto a ele, através do seu departamento de Marketing Técnico, todo um trabalho de esclarecimento das características e vantagens das MFCNs.

Os proprietários dessas empresas-alvo são então convidados a participarem de um curso sobre comando numérico a nível

gerencial, oferecendo-lhes inclusive a oportunidade de terem um dos desenhos de suas peças confeccionados numa MFCN da empresa. Esses cursos são frequentados em sua maior parte por proprietários de pequenas e médias empresas, que não tem tanta oportunidade de manterem-se atualizados por seus próprios meios dos avanços da sua tecnologia de produção.

Em entrevista, o gerente de Marketing Técnico dessa grande empresa fabricante mencionou a intenção da empresa em constituir-se numa espécie de consultor para seus clientes em termos de uso de novas tecnologias de automação. Isso incluiria mesmo equipamentos ou sistemas não fabricados pela empresa. Citou o caso dos softwares de programação automática. Muitos clientes têm procurado a empresa para pedirem informações quanto ao tipo de sistema que lhes seria mais conveniente. A produtora de MFCNs, apesar de não comercializar estes softwares, possui larga experiência na área de programação e está, portanto, capacitada a assessorar seus clientes.

Todos os subcontratados afirmaram manter um estreito relacionamento com este fabricante. No caso da empresa D, os seus fundadores eram ex-funcionários e hoje tinham essa empresa produtora entre seus principais clientes. O proprietário afirmou ter contado com grande incentivo deste fornecedor quando iniciou a aquisição de MFCNs. Um dos proprietários da empresa F comentou que dado o estágio mais avançado de sua empresa no uso de máquinas com comando numérico, ela vinha servindo inclusive como campo de experiência para as MFCNs desse fabricante.

4.3. MÉDIAS EMPRESAS COM PRODUÇÃO PRÓPRIA

Este segmento compõe-se de seis empresas médias produtoras de bens de capital localizadas no interior de São Paulo. Como podemos observar na tabela 4.3.1. , são empresas mais antigas do que as subcontratadas da seção anterior. As empresas H, I e J possuem uma estrutura de gestão tipo familiar; a empresa L, embora pertença também a uma família, tem uma gestão já mais burocratizada. A empresa G possui em sua composição acionária 22% de capital estrangeiro , e a empresa M é filial de um grupo multinacional.

Embora, talvez com a exceção da empresa multinacional, nenhuma delas possa propriamente ser considerada líder no seu ramo, quase todas ocupam uma importante posição na sua respectiva área de atuação. A empresa M divide o seu mercado meio-a-meio com uma outra multinacional localizada em São Paulo; as empresas I e J concorrem principalmente entre si e o mercado onde atuam é constituído basicamente de empresas de porte semelhante. Não foi possível, entretanto, precisar a fatia de mercado dessas duas empresas. A empresa L além de ter uma produção própria, realiza também serviços de usinagem para a indústria automobilística (sua atividade original). O mercado externo só é significativo para a empresa M, que exporta 30% do seu volume produzido.

A crise dos anos oitenta parece ter sido bem acentuada na maioria dessas empresas, embora não tenhamos obtido dados mais

precisos em relação a todas. A empresa G reduziu em 1983 o seu efetivo para menos da metade do que tinha em 1979; quase todas alegaram terem efetivado profundos cortes no número de empregados entre 1982/1984. A maioria, porém, já havia recuperado ou mesmo ultrapassado os índices de 1980. A única exceção foi a firma L, a qual possui 23% a menos que em 1980.

A correlação mais forte que se pode destacar dessa tabela é a do porte do parque de MFCNs com a complexidade do produto da empresa. Nesse sentido, as empresas G, H e M encontram-se na frente das outras três. Dada a própria natureza da tecnologia CN esse resultado seria previsível.

Um outro aspecto digno de ser mencionado é que as empresas desse grupo, apesar de terem um maior porte do que as subcontratadas, possuem um número de MFCNs bem menor por empresa. A maior das subcontratadas - a empresa F - possuía 13 MFCNs, enquanto o número máximo por empresa verificado nesse grupo é de 5. Em termos médios, temos 5,5 máquinas CN por empresa entre as subcontratadas e 2,5 entre as demais. As primeiras representam, pois, um mercado mais promissor para as MFCNs. É verdade, porém, que entre as empresas com produção própria encontramos algumas MFCNs mais sofisticadas (os Centros de Usinagem estão mais difundidos aí), mas a diferença não chega a ser significativa.

Essa maior difusão de MFCNs entre as subcontratadas pode refletir a própria natureza distinta das empresas que executam serviços de usinagem para terceiros; acreditamos, não obstante, que o contato com grandes empresas exportadoras, via redes de subcontratação, seja a explicação mais importante para essa dis-

paridade. As subcontratadas ficam, deste modo, indiretamente expostas às exigências do mercado externo, enquanto as empresas deste segundo grupo (com exceção da M) pautam-se pelos critérios de qualidade mais frouxos do mercado interno. As MFCNs mostram-se uma vantagem competitiva mais relevante para as subcontratadas obterem encomendas do que para as empresas médias com produto próprio ampliarem sua fatia de mercado.

Entre os motivos apresentados para a aquisição de MFCNs, volta a destacar-se a questão da qualidade do produto (tabela 4.3.2.). Uma vez que quase todas trabalham com lotes pequenos e uma lista variada de componentes na montagem final, é natural que o fator "produzir eficientemente pequenos lotes de diferentes tipos de produtos" ocupe um lugar de destaque. Convém salientar, que o fator qualidade continua ocupando uma posição importante mesmo em empresas que não estão voltadas para a exportação; o que pode significar uma elevação no padrão tradicionalmente baixo de qualidade exigido pelo mercado nacional. De qualquer maneira, porém, a empresa que mais exporta nesse subgrupo - a M - é também que tem os maiores índices de automação. Há de se levar em conta o fato dela ser uma multinacional.

Em terceiro lugar, temos a produção de novos produtos. As empresas G, H e L adquiriram as MFCNs pensando em iniciar a produção de um produto novo, cuja fabricação exigia maior precisão na usinagem, e a empresa M estava tentando aumentar o índice de nacionalização de um dos seus produtos. A produção local de partes sofisticadas, até o momento importadas da matriz, está levando essa empresa a uma significativa expansão do seu parque de

MFCNs, sobretudo de máquinas de maior conteúdo tecnológico.

O fator "fazer frente à falta de trabalhadores qualificados" surge em quarto lugar, sobretudo em função da localização dessas empresas. Quatro delas alegaram estarem em municípios onde há grande dificuldade de encontrar-se trabalhadores com maior nível de qualificação. Nesse aspecto, pode-se dizer que o uso de MFCNs representa um incentivo à descentralização a nível regional da atividade produtiva.

A redução do custo de mão-de-obra foi apontado como um motivo justamente pelas três empresas menos avançadas tecnologicamente. As demais não se mostraram muito preocupadas com este aspecto. Uma das empresas que enumerou este motivo, fez porém a seguinte ressalva : esta redução deve ser interpretada no sentido de que , na falta das MFCNs, uma expansão da produção teria de ser feita com um acréscimo maior de trabalhadores. Em nenhuma delas constatou-se qualquer forma de desemprego direto causado pela introdução das MFCNs, o que era de se esperar até pelo estágio incipiente de difusão.

Com exceção da empresa M, as demais adotaram um estratégia semelhante de incorporação da tecnologia CN. Preferiram iniciar com MFCNs mais simples, produzidas por um tradicional fornecedor de máquinas convencionais da empresa (incluído em nossa amostra - a empresa R). As empresas alegaram não se justificar a introdução inicial de uma máquina CN mais sofisticada e de elevado preço. Faria mais sentido comprar uma máquina simples a fim de habituar-se ao manejo da nova tecnologia. Consideraram também esse fornecedor como o mais qualificado para assessorar a

empresa média, sem muita tradição em inovação, a utilizar MFCNs. Os preços dessa empresa também foram considerados mais vantajosos. Uma das empresas citou o serviço de Marketing Técnico desenvolvido por este fornecedor como um dos fatores que pesaram na sua escolha, já que ele se mostrava mais capacitado a atender às dificuldades próprias dos usuários de menor porte, que não têm condição de apelar para consultoria externa.

Outras afirmaram que a maior proximidade deste fabricante oferece ainda a garantia de uma assistência técnica mais rápida. Segundo elas, essa empresa ofereceu uma boa estrutura para a formação do pessoal que iria ser alocado nas MFCNs; até mesmo as empresas que possuíam máquinas de outro fabricante tendiam a considerar os cursos de treinamento do já mencionado fornecedor melhor estruturados do que os de seus concorrentes. A política de vendas dessa empresa é também bem mais agressiva que a dos demais fabricantes.

Com exceção das duas empresas de máquinas agrícolas, as demais partiram em seguida para a aquisição de MFCNs mais sofisticadas (sobretudo centros de usinagem) e pretendem comprar num futuro próximo máquinas mais avançadas de outros fabricantes. Isso as distingue um pouco do grupo das subcontratadas, que com exceção da empresa F, não tenderam com sua expansão a variar de fornecedor ou adquirir máquinas CN mais sofisticadas. No caso da empresa M, no momento de comprar a primeira MFCN nacional, a escolha recaiu no torno INDEX, uma vez que a matriz já utilizava máquinas desse fabricante. A compra do torno da ROMI, por sua vez, foi uma decisão tomada na própria filial, sem interferência

da matriz. Consultou-se apenas uma outra multinacional da mesma origem de capital para certificar-se do bom desempenho da máquina.

Os principais problemas enfrentados por estas empresas quanto ao uso das MFCNs referem-se à falta de capacidade manutenção e às pressões financeiras devidas ao alto custo do maquinário. Só a empresa M possuía uma equipe de manutenção capaz de resolver os principais defeitos de natureza eletrônica dos comandos das máquinas. As empresas queixaram-se ainda do que elas consideravam o abusivo preço da assistência técnica cobrado pelos fabricantes. A maioria dos problemas, contudo, ocorriam basicamente nos primeiros seis meses de uso.

Neste grupo de empresas foi apontado um problema que não se verificou entre as subcontratadas, qual seja, a subutilização da capacidade da máquina devido à quantidade de trabalho inadequada. Isso talvez se explique pelo fato de que o nível de encomendas dessas empresas esteja mais sujeito a flutuações do que o das subcontratadas.

Uma das empresas que mencionou este problema fez o seguinte comentário: argumentou que a subutilização de capacidade deve-se sobretudo a problemas ligados à preparação da máquina. Coincidindo com o exemplo da firma citada na seção 3 do capítulo 3 (DHB), afirmou que em termos de alocação de mão-de-obra, o setor de preparação é aquele que apresenta maior dificuldade, uma vez que falta no mercado pessoal de nível intermediário entre operador e programador. Só a empresa M está utilizando um esquema mais avançado para diminuir o tempo de preparação de suas MFCNs;

estabeleceu uma sala de pre-setting (onde se realiza a preparação externa das máquinas) e afirma ter com isso eliminado os problemas ligados à preparação.

A empresa M é também a única que está fazendo um estudo detalhado sobre os resultados obtidos com o uso das MFCNs. Quando foi visitada, a empresa já havia iniciado há mais de quatro meses um estudo da causa dos tempos parados de máquinas e do aumento da produtividade com as MFCNs. Os resultados estavam sendo considerados satisfatórios. A opinião do engenheiro responsável é que as MFCNs começavam realmente à "engrenar" após seis meses de uso. As demais empresas alegaram que os ganhos com as MFCNs estavam sendo sentidos, mas não medidos. Em alguns casos, isso se devia ao fato de que estas máquinas haviam sido adquiridas basicamente para a produção de novos produtos, não havendo, pois, parâmetros para comparação.

Dentre as vantagens sentidas por estes usuários, as mais comumente citadas foram o aumento da produtividade física e a redução do tempo total de produção. Uma das empresas considerou que uma MFCN valia por cinco máquinas convencionais. Já a redução do tempo total de produção estava associada a uma queda dos tempos mortos em função de uma preparação mais rápida. Os ganhos em termos de flexibilidade também foram estimados relevantes, uma vez que as empresas tinham, com o emprego das MFCNs, maior facilidade de mudar o produto em linha. Além disso, tem-se a maior precisão dimensional auferida pelo uso dessas máquinas.

A tabela 4.3.3. apresenta as formas de programação das MFCNs adotadas por estas empresas. A empresa M apresenta um sis-

tema de programação bastante avançado, totalmente importado, onde toda a programação é realizada automaticamente. A empresa estava em vias de implantar uma ligação direta entre o microcomputador do sistema com as máquinas CN, formando um sistema DNC (Direct Numerical Control). Esse sistema de programação pode ser considerado entre os mais modernos existentes no país. As demais estão num nível tecnológico bastante inferior. Dentre elas, só a empresa I possuía um software de programação automática; as empresas G e H estavam cogitando a introdução de métodos mais modernos de programação, mas acreditavam que o número atual de MFCNs que possuíam ainda não justificava investimentos nessa área.

É de se notar que, fora as MFCNs, essas empresas fazem muito pouco uso de outros equipamentos de automação de base microeletrônica em sua produção (tabela 4.3.4.). Na empresa H constatou-se a presença de uma máquina de eletroerosão, mas sem ser de comando numérico. O uso de equipamentos de base microeletrônica no setor de testes só foi verificado na empresa M. A informática está presente em todas essas empresas basicamente sob a forma de microcomputadores para uso em escritório. As empresas L e M estão na frente no processo de informatização, sendo o destaque mais uma vez para a empresa M, onde quase todas as tarefas burocráticas são executadas por computador.

Em termos de organização da produção (tabela 4.3.5.), a maioria das empresas está num estágio bastante incipiente. Esforços para utilizar tecnologia de grupo e os sistemas JIT/Kanban só foram verificados concretamente na empresa I, que aliás é muito

interessante neste particular. Em termos de equipamentos e do grau de sofisticação do produto, ela não está entre as líderes do grupo, mas os esforços de racionalizar a organização da produção sobressaem. Lembrando o esquema proposto por Fleury, poderíamos dizer que esta empresa está seguindo um estratégia de modernização mais pelo lado organizacional. A empresa M apresenta toda a sua programação da produção controlada por computador, tendo inclusive terminais na produção; o que é considerado um FCP bastante moderno, para os padrões brasileiros. O seu lay-out, contudo, é convencional, não havendo nenhuma tentativa do uso da tecnologia de grupo. A modernização da maioria dessas empresas é claramente do tipo parcial descrito por Fleury.

Vejamos, por fim, os aspectos ligados ao uso da mão-de-obra. Em termos da operação das máquinas CN, as empresas do grupo davam preferência a trabalhadores jovens, entre 20 e 30 anos, mas já há algum tempo na empresa. Exigia-se, em geral, uma escolaridade mínima de 8a série ou um curso do SENAI. Nas empresas G, H e I, os operadores eram também responsáveis pela preparação das máquinas, o que exigia deles uma maior qualificação. Na empresa H, os operadores recebiam, inclusive, algum treinamento em programação. Esta empresa afirmou que na seleção do pessoal a ser alocado nas MFCNs já se previa que eles poderiam ocupar funções mais importantes no futuro. Foram selecionados funcionários que mostraram maior disposição de aprender como usar as novas máquinas, o que explica a preferência pelos mais jovens. A empresa G adotou a seguinte estratégia: o seu primeiro operador CN era um líder da produção, que trabalhou algum tempo como operador e depois assu-

miu a tarefa de formar os futuros operadores.

Na empresa I, também não se colocou na operação das MFCNs operários qualificados. A empresa L usa um sistema já visto entre as subcontratadas, que é o do preparador/programador. Na empresa M, a preparação é realizada separadamente na sala de pre-setting, mas os operadores são operários bastante qualificados devido à natureza complexa e ao rigor no nível de tolerância das peças produzidas. Em todas essas empresas cada operário só cuida de uma MFCN.

A política salarial varia de empresa para empresa. Em geral, o operador CN é melhor remunerado do que o operador de máquina convencional. Na empresa G isso se explica pelo fato deles também realizarem o trabalho de preparação. A empresa M justifica essa diferença pelo fato de ter alocado nas MFCNs o pessoal mais antigo e que se destacou na operação de máquinas convencionais. Na empresa J, os operadores CN eram pagos na faixa intermediária entre os operadores.

No que se refere aos programadores, as diferenças entre as empresas são ainda mais acentuadas. Em algumas delas, deu-se preferência a funcionários da casa já com boa experiência de usinagem, enquanto em outras, foram escolhidos técnicos com pouca experiência de produção. A empresa M, por exemplo, possui três programadores, sendo que o primeiro já era um funcionário antigo, há nove anos na empresa, o segundo era um torneiro CN e o terceiro não tinha nenhuma experiência prévia de usinagem. Talvez o uso do sistema de programação automática tenha facilitado a alocação na programação de um profissional sem o conhecimento prático da

operação de uma MFCN. A empresa pode ainda estar tentando equilibrar as qualificações mais práticas com as de natureza mais teórica.

As empresas reconheceram que a introdução das MFCNs passou a exigir uma equipe de manutenção mais qualificada. Algumas delas já estavam enviando funcionários para frequentarem os cursos de manutenção dados pelos fabricantes, embora isso não esteja ocorrendo com a mesma frequência em relação aos cursos de operação e programação.

4.4. AS GRANDES EMPRESAS

4.4.1. SETOR DE AUTOPEÇAS

Junto com a empresa aeronáutica, as três grandes empresas do setor de autopeças incluídas nessa amostra são as que mais se aproximam da noção de modernização sistêmica.

Além de consideráveis investimentos na compra de equipamentos de automação de base microeletrônica, estas empresas - sobretudo, a O e a P - estão procurando racionalizar a organização da sua produção. A tabela 4.4.1. resume o estágio atual destas empresas em termos da introdução de inovações técnicas e organizacionais. A empresa N está um pouco atrás das outras duas no que se refere às políticas de modernização. As empresas O e P, contudo, têm avançado por caminhos um tanto distintos.

Tratando-se do domínio dos recursos da informática, a empresa O está bem mais na frente. A introdução de um sistema CAD/CAM nessa empresa parece ter seguido um planejamento mais cuidadoso, tanto na escolha do equipamento quanto no treinamento do pessoal envolvido, do que o ocorrido na empresa P. O sistema da empresa O vem apresentando um bom desempenho e se prevê uma sensível expansão nos próximos anos. Uma das aplicações mais avançadas deste sistema pela empresa é o DNC funcionando na ferramentaria.

A utilização de métodos computacionais no apoio à programação no setor de ferramentaria é justificada pelo fato de aí trabalhar-se com séries pequenas, mas de grande complexidade. Este setor da empresa O possui atualmente 16 MFCNs entre tornos, fresadoras, retíficas e centros de usinagem. Os tornos são das seguintes marcas : ROMI, NARDINI, TRAUB e HELLER. Tem duas fresadoras Interact-4 da ROMI, uma HUERON (importada da RFA) e uma SIP (suíça) - esta última é uma fresadora especial de três eixos, colocada num ambiente isolado com temperatura controlada e é considerada a máquina mais cara da empresa. Existem ainda três máquinas de eletroerosão a fio CNC marca AGIE (suíça).

O setor de ferramentaria serve a todas as plantas da empresa O e sua principal atividade é a fabricação de matrizes. Este caracteriza-se também por possuir a mão-de-obra horista de maior qualificação e de maior nível salarial.

Abaixo tem-se um resumo esquemático do funcionamento do sistema DNC aí instalado :

(1) O projetista (um técnico de segundo grau) desenha a geometria desejada nas estações CAD.

(2) O planejador técnico, utilizando o sistema CAM, gera um programa CL-DATA (um arquivo de saída padrão, não específico a cada máquina).

(3) O arquivo de pós-processadores é utilizado para criar um programa específico para cada máquina. O software desses pós-processadores foi todo gerado internamente na empresa O. É o pós-processador quem especifica o comando.

(4) A transferência para as máquinas é feita diretamente por um PC situado já no ambiente de fábrica (ver figura 4.4.1.) Este PC é controlado pelos próprios operadores.

(5) Este sistema permite que eventuais correções/alterações no programa feitos à nível de fábrica sejam transmitidas para a memória da CPU. Quando a CPU está parada, parte dos programas é transferida para a memória do PC a fim de não atrapalhar a produção.

A empresa planeja instalar mais três sistemas semelhantes na ferramentaria.

No caso da empresa P, o sistema CAD ainda estava passando por uma fase de ajustamento e o projeto CAD/CAM só irá realmente ser efetivado a médio prazo. O que sobressai na estratégia de modernização desta empresa é o seu comprometimento com a tecnologia de grupo. De todas as empresas da amostra é nessa que os princípios da GT encontram-se mais difundidos.

Em um dos dois setores em que se divide a produção da empresa, onde se trabalha com 20 famílias de peças, já existem 14 células em funcionamento. Cinco dessas células são centros de usinagem, dado que algumas famílias podem ser usinadas totalmente numa dessas máquinas. É no outro setor, porém, que se encontra a experiência mais inovadora da empresa em termos de tecnologia de grupo. Instalou-se aí uma Célula de Manufatura Flexível totalmente automatizada formada por quatro centros de usinagem GROB e um trocador de cabeçotes. Esse sistema é utilizado para a fabricação de carcaças de motores. O sistema é controlado por dois operadores. O seu custo foi estimado em US\$ 5 milhões e o engenheiro en-

trevistado justificou a sua introdução em função da flexibilidade oferecida, já que as mudanças nas especificações do produto são exigidas cada vez com maior frequência pelo mercado.

Para efeitos de comparação, vale notar que a linha tradicional onde essas carcaças eram produzidas funcionava com 23 máquinas convencionais e 17 operadores. Existe ainda uma linha intermediária, em termos de flexibilidade, para a produção de carcaças e que utiliza oito máquinas-ferramentas especiais e é operada por quatro funcionários.

O maior problema com essa célula é a manutenção eletrônica; a empresa ainda não tem mão-de-obra treinada suficiente para cuidar desta área.

O gerente da fábrica comentou que a principal razão para a implantação desta célula está ligada à necessidade de experimentar as novas tecnologias. Considera importante que a firma adquira capacitação técnica para lidar com as novas tecnologias, mesmo que não venha a utilizá-las amplamente no curto prazo. Acredita que a automação que compensa economicamente, no momento, é a com máquinas isoladas. O custo de instalação e manuseio de sistemas mais integrados ainda seriam altos demais. A linha intermediária de produção de carcaças por exemplo, teve um custo de US\$ 3,6 milhões contra os US\$ 5 milhões da célula automatizada.

A seguir será abordado a estrutura das qualificações e de cargos e salários nessas três empresas.

(1) Empresa N

A questão da qualificação dos operadores das MFCNs teve duas fases nesta empresa. Inicialmente, adotou-se a estratégia de alocar nessas máquinas o pessoal de melhor formação profissional, de forma a facilitar o treinamento. Essa estratégia, porém, foi posteriormente revista, uma vez que a empresa chegou à conclusão de que, na verdade, um operador de CN não necessitava de nenhuma especialização. A função reduzia-se simplesmente a apertar botões, segundo o próprio gerente de recursos humanos da empresa.

O elemento que precisava de uma maior formação era o preparador de máquinas. Dele se exigia um curso técnico, por exemplo. Já para o operador de CN, a escolaridade tem um peso bem menor, embora se prefira nessas máquinas operadores com uma maior escolaridade do que os de tornos convencionais. Isto porque algum conhecimento de matemática básica é necessário ao operador, já que ele tem de realizar correções de medidas. Em termos gerais, pode-se dizer que para 70% dos operadores da fábrica (CN e convencionais) nada é exigido em termos de escolaridade e de idade.

O treinamento dos operadores de MFCNs é feito internamente. São cursos de 10 horas de duração. Já os supervisores e preparadores fazem o curso oferecido pelos fabricantes. A empresa não notou nenhuma dificuldade maior no treinamento do pessoal a ser colocado na operação-preparação das máquinas CN. A empresa possui ainda instrutores de treinamento, que fazem curso no fabricante para depois treinarem internamente os operadores de CN.

Em termos de recrutamento, o profissional mais difícil de ser encontrado no mercado é um preparador de máquinas CN, daí a firma preferir treiná-los internamente.

A hierarquia na produção é a seguinte : Diretor - Gerente - Chefe (gerencia média - 2 ou 3 setores) - Supervisor (por seção) - Operador. Verificou-se recentemente na empresa uma eliminação dos cargos mais baixos, abolindo-se, por exemplo, a figura do ajudante. De uma estrutura de nove faixas passaram para uma de cinco.

A nível dos operadores existem quatro faixas de salários. Dentro dessas faixas,, os operadores de CN situavam-se nas duas mais altas. Os salários variavam; então, de US\$ 146,72 a US\$ 232,60 mensais (só salário direto). Já para preparadores, havia tres faixas de salários, entre US\$ 268,38 e US\$ 429,41 (1).

(2) Empresa Q

Devido à dimensão da empresa Q, a análise centrou-se no setor de produção onde se verificava o uso mais intenso da automação de base microeletrônica : a ferramentaria. Trata-se de um setor que concentra operários de maior qualificação, de modo que as conclusões daí extraídas não podem ser estendidas ao conjunto da força de trabalho da empresa.

Neste setor não existe a figura do preparador de máquinas, como ocorre nos outros setores da empresa. Cada operador

prepara a sua máquina e, no caso daqueles alocados em MFCNs, eles teriam inclusive nível para programar diretamente na máquina, embora não executem esse serviço.

Nas MFCNs ligadas ao sistema DNC é o próprio operador quem acessa o PC, tendo todos os operadores da ferramentaria apreendido a manejá-lo.

Durante a instalação do sistema DNC, não se verificou nenhum problema em termos de treinamento da mão-de-obra. Foi confeccionado um manual prevendo os possíveis erros, o qual foi distribuído entre o pessoal. Os operadores envolvidos foram levados à seção de programação do escritório onde receberam esclarecimentos quanto ao funcionamento do novo sistema. Houve uma assistência inicial por parte do pessoal de escritório, mas que não precisou prolongar-se por muito tempo, já que a nova técnica foi rapidamente absorvida pelos trabalhadores.

Os encarregados da implantação do sistema CAD/CAM consideram, porém, que quando o DNC for instalado na área da produção ocorrerão problemas com o pessoal, devido ao menor nível de escolaridade e formação profissional. A solução que se pretende adotar é investir mais no treinamento dos preparadores aí existentes, que se encarregariam, então, de repassar os conhecimentos aos operadores.

A empresa afirmou que com a introdução de novos produtos com tecnologia mais avançada, o processo de seleção tornou-se mais exigente em termos de escolaridade e conhecimentos específicos ligados às inovações introduzidas. A tendência, a longo prazo, segundo um dos entrevistados é a eliminação dos cargos infe-

riores da produção.

O treinamento para a operação e programação das MFCNs foi dado, em parte, pelos fabricantes (ROMI, TRAUB e INDEX). Ao todo, foram treinadas 50 pessoas em programação e 100 em operação.

A empresa afirmou ainda que a maioria dos operadores de equipamentos programáveis são treinados em programação, após uma análise específica das necessidades, para que os funcionários tenham um conhecimento completo que lhes possibilite aproveitar todos os recursos oferecidos pelo equipamento.

A maior dificuldade de contratação é na área de ferramentaria, onde há uma carência quanto à formação e, principalmente, à experiência profissional.

O salário médio de horista na empresa é de US\$ 335,60.

(3) Empresa P

Nesta empresa, o cargo de operador CNC representa o último degrau da carreira de operador, sem ter, porém, o status de ferramenteiro. São escolhidos entre os operadores jovens (por um "problema cultural") e que possuem um curso do SENAI, sem que estes sejam necessariamente os melhores operadores de máquinas convencionais. A empresa divide a sua produção em dois setores; num deles trabalha com lotes grandes e, no outro, as séries são pequenas. Em função dessa diferença só encontramos a figura do pre-

parador no primeiro setor. No outro, os próprios operadores realizam a preparação, o que exige uma maior qualificação de sua parte.

Os avanços na introdução dos princípios da GT irão certamente alterar o nível de qualificação do pessoal, o que, aliás, já está ocorrendo. O profissional que vai ser alocado numa célula de usinagem terá, segundo a empresa, de ser necessariamente polivalente, ou seja, capaz de operar todas as máquinas que compõem a célula. A empresa passou a dar preferência a um maior nível de escolaridade do pessoal, já que isso os tornaria mais acessíveis à mudança de cultura implícita no novo sistema. A maior qualificação faz-se ainda desejável pois a idéia é transferir cada vez mais o controle de qualidade para os operários diretos. Mais do que a introdução de MFCNs, é a forma como elas estão sendo utilizadas, dentro de um sistema que assegure cada vez mais flexibilidade, que está alterando a estrutura de qualificações dentro da empresa F.

A introdução de células tem implicado ainda a necessidade de melhorar o nível de comunicação entre a gerência e a produção. Nesse sentido, a empresa tem tentado diminuir o número de chefias intermediárias. A idéia é eliminar a função de encarregado e introduzir a figura do "Assessor Técnico de Célula", um profissional de maior qualificação para supervisionar o funcionamento das células de usinagem, sem representar, contudo, uma nova chefia intermediária.

O treinamento também está se intensificando em função da nova concepção da produção. Estão sendo ministrados cursos de

CEP e de programação CNC para os melhores operadores. Os cursos na área de CNC são ministrados pela própria empresa ou pelos fornecedores, além de se utilizar os cursos da SOBRACON (Sociedade Brasileira de Comando Numérico).

A estrutura salarial da empresa P é mostrada na tabela 4.4.2.

4.4.2. PRODUTORAS DE MÁQUINAS-OPERATRIZES

As empresas Q e R são as duas principais produtoras de capital nacional de máquinas-ferramentas e ambas produzem MFCNs. Em comparação com as MFCNs produzidas no Brasil pelas filiais de multinacionais alemãs, pode-se dizer que as máquinas CN dessas duas empresas possuem um menor grau de sofisticação e um preço mais reduzido, o que as torna acessíveis às empresas de menor porte.

Entre essas duas empresas, não obstante, existem algumas diferenças importantes. A empresa R é a líder absoluta do mercado de máquinas-ferramentas no país e responde por mais de 50% das vendas de MFCNs. Os dados na tabela 4.4.3. nos dão uma idéia de seu porte. Embora tenha sofrido bastante com a crise no período 1982-1984, pode-se constatar que em 1987 já havia alcançado quase o mesmo número de empregados de 1980, e o faturamento presente já superava bastante o daquele ano. Chama a atenção,

contudo, o comportamento das exportações de máquinas-operatrizes. De 1980 a 1987, o valor dessas exportações cai tanto em valor absoluto quanto em porcentagem do valor total das vendas. Isto vai ao encontro dos dados apresentados na seção 1 deste capítulo e reforça a hipótese de perda de competitividade externa da produção brasileira de máquinas-ferramentas.

Já a empresa Q tem um porte bem menor e nem se encontra numa posição tão privilegiada. Essa empresa foi muito mais afetada pela crise do início dos anos oitenta - em 1983 reduziu o número de funcionários para menos de um quarto do que possuía no ano anterior, chegando a ter, assim, só 500 empregados. A situação da empresa nesse período era extremamente delicada, obrigando-a a pedir concordata. Conseguiu, porém empreender um programa de recuperação razoavelmente bem sucedido, lançando em 1986 uma nova geração de máquinas, que tiveram boa aceitação no mercado. Em 1988, estava empregando cerca de 1500 funcionários.

A empresa R tem realizado significativos investimentos para a introdução de equipamentos de automação de base microeletrônica. Em 1987, estavam funcionando duas estações CAD, sendo que já estava definida a implantação de mais dez. Tinha também em operação um sistema CAM interligando todas as suas unidades produtivas. A empresa alegou ainda não estar usando um sistema DNC em função de grande parte de suas MFCNs serem CN e não CNC. A implantação deste sistema exigiria uma profunda reestruturação de seu parque produtivo e tem de ser considerada, pois, uma meta de longo prazo. Em 1985, a empresa possuía 70 MFCNs, sendo 58 CN e 22 CNC. As primeiras unidades foram adquiridas em 1968. Além das

MFCNs, a empresa tem uma máquina de eletroerosão na sua ferramentaria.

A tecnologia de grupo encontra-se presente na empresa R há bastante tempo e parte de sua produção já está organizada na forma de células. Existe inclusive uma célula totalmente automatizada, com dispositivos robotizados e guarda-peças, controlada por computador. Ainda em termos de inovações organizacionais, a empresa R estava implantando um programa MRP (*Manufacturing Resources Planning*) e o CEP. Não utilizavam, contudo, o sistema Just-in-Time/Kanban, tendo mesmo dúvidas quanto à possibilidade de seu emprego no Brasil.

A empresa Q encontra-se num estágio bem menos avançado, o que é explicável devido à difícil situação financeira pela qual passou. Não possuía estações CAD, embora pretendesse instalar uma no início de 1989. No começo de 1988, o parque de MFCNs consistia de 16 unidades, sendo que mais 5 já estavam encomendadas. A programação das MFCNs era realizada por um sistema automático, o qual a firma pretendia futuramente converter num DNC.

Estava iniciando a introdução de um MRP, cuja implantação deveria estar concluída em três ou quatro anos. Começava a estudar também a possibilidade de utilizar a tecnologia de grupo. Havia um projeto inicial de célula em sua produção, mas que ainda não estava completa. A crise obrigou esta empresa a fazer várias modificações na sua estrutura produtiva; a partir de 1980, foi feita uma redução no número de produtos, visando trabalhar com peças mais semelhantes. Unificou-se a linha de produtos, introduzindo-se peças intercambiáveis. O lay-out estava sendo totalmente

reestruturado para poder agilizar o processo de produção e reduzir o tempo médio de retorno do capital. A empresa esperava que os efeitos do conjunto dessas mudanças se fizessem sentir num prazo de dois a três anos (1990/1991).

No que se refere ao uso da mão-de-obra, é interessante observar que mesmo dentro de uma mesma empresa existem opiniões divergentes. Alguns entrevistados na empresa R, por exemplo, afirmaram que os operadores de MFCNs teriam de ser mais qualificados que os de máquinas convencionais, pois além do conhecimento de matemática, ele precisa ter um conhecimento técnico maior. Um outro entrevistado, do setor de treinamento, considerou interessante que o operador de MFCNs possua conhecimento de máquinas convencionais, mas achava que isso não era de forma alguma necessário ou imprescindível. O pessoal do escalão mais técnico chegava mesmo a afirmar que, com a maior difusão desta tecnologia, as firmas teriam mais segurança quanto ao seu uso e a tendência seria colocar operários menos qualificados, de preferência jovens, na sua operação.

Um fator essencial, porém, é a confiança que a firma deposita nesse funcionário, pois todos os entrevistados concordavam que uma maior responsabilidade é exigida do operador de MFCNs, em função do elevado custo do equipamento. A idéia, não obstante, era de que o bom funcionamento destas máquinas depende muito mais do suporte em volta delas (manutenção preventiva, ferramental, programas, etc.) do que propriamente das habilidades do operador. A empresa considerava vital a existência de uma boa equipe de manutenção eletrônica.

A empresa Q adota uma política de gestão da força de trabalho paraecida com a da empresa R quanto ao trabalho nas MFCNs. Considerava a idade um fator muito importante, dando preferência a operários jovens para a operação dessas máquinas. Segundo a empresa, eles geralmente demonstravam maior vontade de aprender e adaptavam-se com maior facilidade aos requisitos da nova tecnologia. A empresa alegou que atualmente não existia uma diferenciação salarial entre os operadores de máquinas convencionais e os de MFCNs, mas que, no futuro, a tendência seria os operadores CN ganharem menos.

Afirmou ainda incentivar os seus operadores CN a desenvolverem habilidades de programação, basicamente, a correção de programas. A maioria dos seus atuais programadores são antigos operadores; a empresa considerava essencial que os programadores tivessem noções de operação.

4.4.3. A EMPRESA AERONÁUTICA

Tem-se aqui a empresa líder na introdução de equipamentos de automação de base microeletrônica entre as que compõem a amostra e que, certamente, está entre as mais avançadas em todo o

país. O faturamento da empresa S em 1986 alcançou a marca de US\$ 248 milhões, sendo que cerca de 25% de sua produção foi exportada. Atualmente emprega mais de 9000 funcionários.

As MFCNs começaram a ser introduzidas em 1974 - está, portanto, entre as pioneiras - e o seu parque atual consiste de 60 unidades (55 CNC e 5 CN), devendo receber mais 10 nos próximos dois anos. Algumas são bastante sofisticadas e todas são importadas. A empresa possui 10 fresadoras tipo Gantry, de 5 eixos e 3 cabeçotes, que estão entre as máquinas CN mais modernas existentes no país.

Recentemente foram adquiridas 150 estações CAD, as quais serão distribuídas em 5 sistemas, três dos quais já em funcionamento. Essa compra foi motivada pela produção de dois aviões que a empresa planeja lançar no mercado. A empresa havia completado os estudos preliminares para a implantação de um sistema DNC, mas resolveu reestudar a questão; a meta atual é efetivar o sistema dentro de três anos. Citaram as seguintes vantagens que adviriam desse sistema :

(i) Eliminação das fitas de papel perfurado - os programas estão ficando cada vez mais complicados, de modo a tornar-se difícil o manuseio das fitas. Há inclusive o problema da segurança; com o DNC o controle ficará mais rigoroso.

(ii) A aquisição de dados e parâmetros da máquina - esses dados seriam úteis para um programa de otimização da produção. Seriam importantes para a própria manutenção das máquinas. Integrado ao sistema de gestão da produção, o DNC permitiria o controle central do acionamento das máquinas.

A tecnologia de grupo também está sendo introduzida na empresa. Atualmente, existem duas células em funcionamento, ambas em torno de MFCNs Gantry. Os maiores ganhos verificados até agora deram-se na forma de redução do tempo de preparação das MFCNs. Mais quatro células já estão em projeto.

Segundo um dos engenheiros entrevistados, a empresa S está mais preocupada no momento com a automação da esfera de gestão, para poder depois investir mais pesadamente na tecnologia de processo. Nesse sentido, estão implantando um programa MRP-II para racionalizar a programação e o controle da produção.

Os principais impactos sobre a mão-de obra da introdução de novas tecnologias nessa empresa traduziram-se no aumento dos cursos internos. Todo o treinamento para operação, preparação e programação das MFCNs é ministrado internamente. A maioria dos operadores CN possui curso do SENAI e recebem um treinamento interno de 3 a 4 meses. Esse é o tempo considerado necessário pela empresa para que um operador de MFCN torne-se autônomo. Afirmou-se, também, que com o tempo eles adquirem algumas noções de programação, embora não tenham permissão para introduzir alterações nos programas.

Na empresa S não existe a figura do preparador de máquinas, é o próprio operador que busca a ferramenta, prepara a máquina e insere a peça a ser usinada. Um dos engenheiros responsáveis pelo setor de produção considerou, entretanto, este sistema totalmente absurdo, pela perda de tempo envolvida.

Com a introdução das MFCNs, a empresa passou a dar preferência, no processo de seleção de operadores, a candidatos com

idade máxima de 25 anos e com experiência de pelo menos um ano. Na verdade, a maioria dos operadores de MFCNs são recém-formados do SENAI e o recrutamento é feito, em sua maior parte, internamente.

A empresa S tem encontrado maior dificuldade na seleção de programadores. Acredita que a partir de um maior nível de automação o programador vai ter que atuar mais como processista. Um dos entrevistados comentou: "vai se exigir cada vez mais do pessoal de nível mais alto". A maior carência de pessoal, porém, é a nível de manutenção; este é um setor totalmente autônomo dentro da empresa e que emprega cerca de 100 funcionários.

Em termos de salário, os operadores de máquinas convencionais - por serem mais antigos na empresa - são geralmente melhor remunerados que os de CN.

4.4.4. A FABRICANTE DE PRODUTOS PARA CIRCUITOS HIDRÁULICOS

Esta empresa é de origem familiar e dedica-se à produção de uma vasta gama de produtos para circuitos hidráulicos. Fundada em 1964, possuía, em 1988, 960 funcionários e ocupava uma posição de liderança no mercado de alguns de seus produtos (particularmente conexões e engates rápidos). Em 1987, exportou apenas 7% de sua produção. Esse valor vêm aumentando lentamente desde 1980. Contrariamente às outras empresas desse grupo, a empresa T não possui fornecedores de usinagem e vem, inclusive, tentando aumentar o seu grau de verticalização.

Iniciou a introdução de MFCNs em 1981, tendo hoje 49 unidades de várias marcas. Vale mencionar que foi uma das primeiras empresas brasileiras a aproveitar o acordo tarifário Brasil-Argentina para , em final de 1986, adquirir tornos CNC daquele país. Esses tornos - fabricados pela empresa PROMECOR - eram duas a três vezes mais baratos que os similares brasileiros e , no início, tinham ainda a vantagem de virem equipados com um comando Siemens importado (posteriormente, a PROMECOR foi obrigada a equipá-los com o comando nacional MAXITEC). O desempenho desses tornos foi considerado bastante satisfatório pela empresa. Esta empresa alegou ainda ter antecedido todos os seus concorrentes na compra de MFCNs.

Os principais motivos alegados para a compra dessas máquinas foram os seguintes :

- (i) O grande número de componentes com que a empresa trabalha; sem as MFCNs teriam de trabalhar com uma bateria de máquinas multifuso, monofuso e tornos revólveres.
- (ii) A redução do estoque.
- (iii) Melhor atendimento ao cliente em termos de prazo e qualidade.
- (iv) Reduzir a dependência em relação à mão-de-obra qualificada.

As MFCNs não têm apresentado um índice elevado de problemas nesta empresa. No começo, ocorreram dificuldades na área de manutenção, mas estes foram solucionados pela criação de uma equipe própria de manutenção eletrônica.

A programação é feita automaticamente utilizando um sistema instalado em 1984/1985. Os ganhos de tempo com o novo

sistema, dependendo do tipo de peça, situavam-se entre 3:1 a 10:1. A empresa tentou implantar um DNC, mas até o momento não tinha conseguido estabelecer a ligação direta com as máquinas, o que creditava à qualidade dos equipamentos nacionais. Os softwares disponíveis no mercado não se adequavam aos requisitos da empresa. Desde o final de 1987, tem um sistema CAD/CAM em funcionamento (Sistema Intergraph), com três estações de trabalho. Equipamentos de automação de base microeletrônica são também amplamente utilizados no setor de metrologia; vários testes de resistência dos produtos são controlados por computador.

Existe um projeto de introdução de tecnologia de grupo, sendo que a empresa encontra-se na fase inicial de codificar os componentes produzidos de acordo com os princípios da GT. Não tem plano de constituição de células de usinagem, pois afirma que o processo produtivo é tal que uma máquina completa toda uma peça. Utiliza o CEP e também um programa de qualidade assegurada nos produtos fornecidos, estando a empresa mais voltada para o tipo de controle de qualidade da indústria aeronáutica.

A introdução das MFCNs afetou muito pouco a estrutura de cargos e salários da empresa, ocorrendo apenas pequenas modificações nas responsabilidades dos operários. Em termos dos operadores CN, os requisitos são muito baixos; praticamente não têm nenhum conhecimento de programação e a maioria não possui segundo grau. A empresa escolhe preferencialmente para a função de preparador, operários com cursos profissionalizantes do SENAI, com uma experiência mínima de cinco anos. Geralmente, são antigos trabalhadores da empresa. Nessa empresa, o preparador de máquinas con-

vencionais é mais qualificado que o preparador de CNs. Quanto aos programadores, todos são antigos operadores com uma boa experiência prévia de usinagem.

NOTAS AD CAPÍTULO 4

1. Para todas as conversões realizadas neste estudo foi utilizado o valor do dólar médio do ano fornecido pelo Boletim do Banco Central.

APÊNDICE AO CAPÍTULO 4

LA 4.1.1

DESEMPENHO DO SETOR MECANICA (1980-1986)
(em US\$ 1000)

0	RECEITA OPERACIONAL LIQUIDA	PATRIMONIO LIQUIDO REAL	LUCRO ANTES DA CORRECAO DO PA- TRIMONIO (%)	RENTABILIDADE	ENDIVIDAMENTO GERAL (%)
1	15.833,3	6.924,2	1.315,0	19,0	55,0
2	18.861,5	8.957,7	738,0	10,7	61,7
3	16.264,6	8.807,1	838,0	9,5	58,4
4	9.222,3	6.370,5	(641,6)	15,8	41,8
5	11.616,6	9.049,8	446,4	19,8	40,5
6	11.790,7	7.999,3	1.279,7	32,1	40,8
7	12.033,4	6.422,1	1.490,0	33,3	45,5

Fonte: Balanço anual da Gazeta Mercantil para os respectivos anos

1 - Os dados constituem uma média da amostra de empresas do Balanço Anual. Para 1986 foram 418 empresas; 347 para 1985, 334 para 1984 e 381 para 1983. Nos demais anos não se especifica o tamanho da amostra.

2 - O Balanço Anual agrupa no setor mecânica os seguintes subsectores: tratores e implementos agrícolas, máquinas rodoviárias, óptica, relógios e aparelhos de precisão; refrigeração; compressores; máquinas têxteis e de costura, máquinas operatrizes, equipamentos de transporte industrial, equipamentos pesados, componentes mecânicos e hidráulicos e diversos.

3 - Para a conversão foi utilizado o valor do dólar médio do ano fornecido pelo Boletim do Banco Central.

TABELA 4.1.2

INDICES CONJUNTURAIS DA INDUSTRIA BRASILEIRA DE BENS DE
 PRODUCAO MECANICOS (1980-1987) - 1972=100

	80	81	82	83	84	85	86	87
1. Emprego	(100,0)	(96,8)	(84,6)	(68,3)	(66,8)	(78,3)	(91,5)	(96,5)
Total	161,2	156,1	136,3	110,2	107,8	126,2	147,5	155,5
2. Salarios	(100,0)	(102,5)	(96,8)	(74,5)	(73,9)	(99,3)	(138,0)	(130,0)
Deflaciona- dos	227,2	232,9	220,0	169,3	168,0	225,6	313,5	295,3
3. Vendas em valor de- flacionado (2)	(100,0)	(92,3)	(84,4)	(60,3)	(60,0)	(70,1)	(88,5)	(81,2)
	281,4	259,7	237,4	169,7	168,6	197,3	248,9	228,4
4. Producao Industrial	(100,0)	(91,5)	(77,1)	(65,0)	(70,0)	(84,6)	(96,7)	(99,2)
	146,2	133,8	112,7	94,9	102,3	123,7	141,4	145,1

FONTE: ABIMAQ/SINDIMAQ

1. O deflator utilizado e o IPC-SP calculado pela Fipe-USP
2. O deflator utilizado e o IPA da Industria Mecanica publicado na revista Conjuntura Economica/FGV

Obs: em () estao os indices transpostos para base 1980

TABELA: 4.1.3

EXPORTAÇÕES DE BENS DE CAPITAL (1980-1985) US\$ 1000

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1. MATERIAL TRANSPORTE	(100,0) 1.512.309	(137,3) 2.076.338	(113,6) 1.717.874	(95,8) 1.448.287	(89,5) 1.353.550	(112,0) 1.694.157
1.1. Automoveis 100 CV	157.557	317.719	290.520	282.324	255.022	328.818
1.2. Avioes	71.704	111.515	114.240	79.966	64.747	140.195
1.3. Embarcacoes Grande Calado:	89.153	147.233	238.558	128.835	65.651	118.358
1.4. Onibus	72.315	163.587	76.107	5.926	25.735	24.329
1.5. Partes Pecas Aces. V.Terre	(100) 211.127	(128,5) 271.238	(97,6) 209.990	(104,5) 220.670	(142,1) 300.087	(162,3) 342.638
1.6. Tratores	189.408	214.437	156.454	89.503	73.839	79.325
1.7. Veiculos de Carga	258.474	319.794	193.310	112.649	133.549	198.014
1.8. Veiculos CK8	205.541	295.988	191.589	169.477	240.936	236.554
1.9. Veiculos para Vias Ferreas	72.951	43.438	47.873	38.535	24.863	24.417
1.10. Outros	184.079	191.389	303.233	319.802	167.121	199.509
12. MAQUINAS E MATERIAL ELETRICO	(100,0) 1.040.601	(114,4) 2.105.920	(83,3) 1.533.184	(83,3) 1.533.184	(107,9) 1.986.729	(117,7) 2.166.397
12.2. Caldeiras/Ap.Instr.Mecanico	(100,0) 1.381.759	(111,9) 1.546.361	(86,2) 1.191.508	(79,0) 1.092.264	(101,0) 1.395.558	(115,1) 1.589.983
12.1.1. Compressor Moto Comp.ECT	29.747	27.204	15.601	18.847	44.038	57.905
12.1.2. Maq. Ap.Extra Moviment. Terr	75.022	73.420	60.316	40.546	60.675	59.039
12.1.3. Maq. Auto Irrata Infor	156.789	197.338	172.208	124.024	164.769	170.740
12.1.4. Maq. Costura e Acess.	37.816	37.647	34.687	32.602	40.663	48.976
12.1.5. Maq. Escrever Man. Eletrica	69.833	62.001	42.626	35.399	29.402	35.791
12.1.6. Maq. Ferramentas (Part/ACRS)	103.218	114.718	34.764	34.401	38.666	42.840
12.1.7. Mat.Ma. Apres. prod.frio	68.802	61.191	30.644	17.685	19.699	17.097
12.1.8. Mot.Exp.Comb.Interna	352.683	371.496	325.084	432.945	550.715	647.743
12.1.9. Rolos Compr de Prop.Mecani	31.112	38.925	22.024	4.641	9.568	8.968
12.1.10. Outros	456.657	562.421	453.634	351.174	437.363	500.684
12.2. Maquinas e Ap.Eletricos e objetos destinados a uso eletrotecnico	(100,0) 458.842	(122,0) 559.559	(88,1) 404.382	(96,1) 440.920	(128,8) 591.171	(125,6) 576.414
BENS DE CAPITAL (1+2)	(100,0)	(124,7)	(98,8)	(88,9)	(99,6)	(115,1)

ELA 4.1.4

DUCAO LOCAL, IMPORTACAO E EXPORTACAO DE MAQUINAS-FERRAMENTA

Valor Total da producao (US\$ 1000)	Exportacao (US\$ 1000)	Importacao (US\$ 1000)	Consumo Aparente (US\$ 1000)	No. Total de Empregados	Variacao no no. Empregados
483,3	73,3	179,6	889,6	18.883	-
697,4	64,6	188,1	740,9	14.521	-23 %
582,2	18,1	74,0	558,1	10.782	-26 %
397,3	26,3	48,1	419,1	9.845	-16 %
450,2	21,9	43,2	471,5	11.519	27 %
650,1	31,8	45,4	663,7	14.785	28 %
813,9	25,6	65,1	853,4	18.450	25 %

E: ABIMAQ/SINDIMAQ

Depto. de Economia e Estatística, in Fleury (1988)

TABELA. 4.1.5

IMPORTACOES BRASILEIRAS DE BENS DE CAPITAL - FOB(1980-85) EM US\$1000

	1980	1981	1982	1983	1984	1985
1 Material de trans.	(100,0) 842.603	(68,9) 580.673	(52,9) 445.622	(72,5) 610.955	(59,7) 502.987	(60,3) 508.455
1.1. Veiculos e Mat. p/Ferrea	142.614	52.927	18.797	27.811	69.620	35.908
1.2. Venc.Aut.Trato- res etc.	240.265	221.230	178.910	144.790	186.563	210.981
1.3. Navegacao Aerea	422.713	221.228	228.586	253.281	58.516	199.261
1.4. Navegacao Mari- tima e Fluvial	37.011	85.288	19.329	185.073	188.288	62.305
2. Maquinas e Mate- rial eletrico	(100,0) 3.538.421	(97,3) 3.492.223	(80,0) 2.826.212	(53,5) 1.894.447	(46,6) 1.648.162	(55,7) 1.971.451
2.1. Caldeiras, Maq. Inst.Mecanicos	(100,0) 2.375.004	(97,0) 2.303.663	(70,2) 1.666.622	(46,1) 1.093.858	(40,0) 947.944	(51,2) 1.222.733
2.2. Maq. e Ap.Ele- tricos	(100,0) 1.163.417	(97,8) 1.138.560	(99,7) 1.159.590	(68,8) 800.589	(60,2) 700.218	(64,4) 748.718
BENS CAPITAL	(100,0) 4.381.024	(91,8) 4.022.896	(74,7) 3.271.834	(57,2) 2.505.402	(49,1) 2.151.149	(56,6) 2.479.906

FONTE: Banco Central do Brasil - Boletim Especial - Serie Historicas do
Setor Externo: 1971-1985 vol. 24 no. 1 - Janeiro/88.

Obs: os () estão em indice base 1980 = 100.

TABELA 4.1.6 - PESO RELATIVO DAS EXPORTACOES DE BENS DE CAPITAL NO
TOTAL DAS EXPORTACOES BRASILEIRAS (1980-85) - EM VALOR

ANO	1 EXP. TOTAIS (em US\$ 1000)	2 EXP. BK (em US\$ 1000)	2/1 %
1980	20.132.401	3.352.910	16,6
1981	23.293.035	4.182.258	17,9
1982	20.175.071	3.313.585	16,4
1983	21.899.314	2.981.471	13,6
1984	27.005.336	3.340.279	12,4
1985	25.639.011	3.860.554	15,1

FONTE: Banco Central do Brasil - Boletim Especial - Series Historicas
do Setor Externo: 1971-1985
vol. 24 - no. 1 - janeiro/88

TABELA 4.1.7 - BALANCA COMERCIAL DO SETOR DE BENS DE CAPITAL
(1980-85) EM US\$ 1000

ANO	1 EXPORTACOES	2 IMPORTACOES	(SALDO) (1-2)
1980	3.352.910	4.381.024	(1.028.114)
1981	4.182.258	4.022.896	159.362
1982	3.313.585	3.271.834	41.751
1983	2.981.471	2.505.402	476.069
1984	3.340.279	2.151.149	1.189.130
1985	3.860.554	2.479.906	1.380.648

FONTE: Banco Central do Brasil - Boletim Especial - Series Historicas
do Setor Externo: 1971-1985, vol. 24 no. 1 - janeiro/88

TABELA 4.1.8 - DISTRIBUICAO DA PRODUCAO DE AUTOPECAS

MERCADO	1977	1982	1986*
Montadoras	72,8 %	65,0 %	56,0 %
Reposicao	15,5 %	20,0 %	27,0 %
Exportacao	3,1 %	6,7 %	11,5 %
Outros	5,6 %	8,3 %	3,5 %

FONTE: Sindipeças, "Desempenho do setor de autopeças, 1974-1986", in Fleury (1988).

* PROJECAO

TABELA 4.1.9 - Desempenho do Setor de Autopeças (1980-1986) - Media do Setor Valores em US\$ 1000

ANO	RECEITA LIQUIDA	PATRIMONIO LIQUIDO REAL	LUCRO ANTES DA CORRECAO	RENT. PATRIMONIO %	ENDIVIDAMENTO GERAL (%)
1980	31.723,6 (100)	15.051,5	3.199,3	21,3	53,8
1981	35.322,3 (111,3)	16.837,1	3.182,3	20,6	45,8
1982	37.383,9 (117,8)	16.614,6	3.504,1	21,1	53,5
1983	25.691,3 (81,0)	14.858,2	2.923,8	25,1	40,3
1984	31.163,1 (98,2)	17.213,7	3.561,8	26,4	43,3
1985	32.672,7 (103)	18.693,3	4.945,3	34,8	42,0
1986	28.058,0 (88,4)	14.199,4	2.308,6	29,8	39,4

FONTE: Balanco anual (Gazeta Mercantil) anos de 1981 a 1987

Para o ano de 1987 a amostra foi de 139 empresas; 130 para 1986; 127 para 1985; 136 para 1984; os demais anos nao contem esta informacao.

A conversao dos valores fornecidos em cruzados e/ou cruzeiros foi feita utilizando-se o dolar medio do respectivo ano, publicado no Boletim do

.1.10

DE EMPREGOS NO SETOR DE AUTOPECAS

NO. DE EMPREGOS	VARIACAO	E	FAT.
278.600	-	100	100
198.400	- 29 %	71,2	111,3
219.500	+ 11 %	78,8	117,3
211.000	- 0,4 %	75,7	81,0
240.100	+ 14 %	86,2	98,2
260.800	+ 0,8 %	93,6	103
293.000	+ 13 %	105,2	88,4

Sindipeças (1987) in Fleury (1988)

TABELA 4.2.1

EVOLUCAO DA MAO-DE-OBRA DAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICOS
(1980-1988)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1. EMPRESA A	-	-	-	-	18	19	24	-	28
2. EMPRESA B	31	49	48	46	69	75	140	-	140
3. EMPRESA C	25	30	45	60	75	80	95	95	100
4. EMPRESA D	-	2	9	-	-	-	86	90	82
5. EMPRESA E	35	60	60	40	60	100	150	-	260
6. EMPRESA F	240	240	160	90	150	200	250	330	280

. FONTE: Questionario aplicado nas empresas

TABELA 4.2.2

EVOLUCAO DO FATURAMENTO DAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICOS
(1980-1987) em US\$ 1000

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
1. EMPRESA A	-	-	-	-	-	-	109,73	440,32
2. EMPRESA B	37,951	473,04	724,68	506,77	596,04	1.081,63	-	4.171,69 ¹
3. EMPRESA C	572,05	582,33	342,24	333,90	415,12	729,61	2.520,76	2.100,50
4. EMPRESA D	-	-	161,66	91,98	325,11	741,35	1.424,22	1.087,52
5. EMPRESA E	-	-	-	-	-	-	-	-
6. EMPRESA F	4.626,25	3.960,20	3.334,83	2.578,05	3.312,71	5.225,69	6.475,73	7.152,00

FONTE: Dados das empresas. Foi utilizado para conversao o dolar medio do ano fornecido pelo Boletim do Banco Central

1 - Incorporou outra empresa.

TABELA 4.2.3 - HISTORICO DS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVIÇOS

ANO DE FUNDAÇÃO		ORIGEM DOS PROPRIETARIOS
EMPRESA A	1973	Empresa familiar. O pai e dois filhos vieram do campo. Haviam vendido uma pequena propriedade e não sabiam como empregar o dinheiro. Não tinham conhecimento prévio de mecânica. Um dos filhos estudou com um engenheiro amigo e assim aprendeu fundamentos de usinagem.
EMPRESA B	1980	Os quatro proprietários são todos ex-operários de uma grande empresa multinacional de autopeças da região. Inicialmente fundaram uma ferramentaria em 1974 que foi incorporada à empresa B em janeiro de 1986. Todos possuíam curso do SENAI.
EMPRESA C	1973	Três dos quatro proprietários haviam trabalhado anteriormente na usinagem de grandes empresas multinacionais da região do setor de autopeças. Um deles saiu da firma onde trabalhava devido a questões salariais e então surgiu a idéia de montar uma empresa própria. Em 1977 adquiriram uma outra empresa de usinagem.
EMPRESA D	1981	Os dois proprietários estudavam no SENAI (Um ajustagem e outro tornearia). Ambos trabalhavam numa grande empresa fabricante de máquinas operatrizes da cidade onde se localiza a empresa D, além de terem passado por empresas de autopeças e automobilísticas. Fizeram ainda curso técnicos de 2 ^a grau e um deles formou-se em engenharia mecânica na Universidade de Mogi das Cruzes.
EMPRESA E	1972	O principal sócio trabalhou anteriormente na revenda de automóveis. Um outro, que hoje ocupa cargo de diretor técnico, estudou ajustagem no SENAI e posteriormente fez cursos técnicos de 2 ^a grau em escolas de ensino livre, tendo trabalhado ainda em empresas de autopeças e máquinas-operatrizes. O terceiro fundador estudou máquinas e motores na E. Técnica G. Vargas e trabalhou em empresas de autopeças e computadores. O quarto proprietário é técnico em contabilidade.
EMPRESA F	1966	Um dos proprietários foi gerente de tornearia de usinagem em outra empresa prestadora de serviços da cidade, participou da fundação de uma outra empresa de serviços de usinagem, onde desentendeu-se com os outros sócios, vindo assim a fundar a empresa, o segundo possui também a experiência em mecânica e tem curso superior. O terceiro tem curso técnico de torneiro-mecânico.

FONTE: Questionário aplicado nas empresas.

TABELA 4.2.4 - PARQUE DE MFCNs POR EMPRESA

EMPRESA	QUANTIDADE E TIPO DE MFCNs
1 - EMPRESA A	Um torno CENTUR 30AIII (ROMI) instalado em novembro de 1987.
2 - EMPRESA B	Quatro (4) tornos CNC GALAXY (ROMI) adquiridos nas seguintes datas : agosto/85, novembro/85, junho/86 e agosto/86.
3 - EMPRESA C	Três (3) tornos GALAXY (ROMI) adquiridos em 1985. Um torno ECN 40 também adquirido em 1985. Duas fresadoras INTERACT 4 (ROMI), compradas no final de 1987.
4 - EMPRESA D	Três (3) tornos ECN 40 (ROMI), dois adquiridos em 1983 e o outro em 1986. Um torno GALAXY (ROMI) adquirido em 1986.
5 - EMPRESA E	Quatro (4) tornos GALAXY (ROMI). A primeira MFCN, adquirida em 1985, foi um torno COSMOS (ROMI), que acabou sendo trocado por um GALAXY em 1987. Os outros GALAXY foram comprados em 1986 e 1987.
6 - EMPRESA F	Onze (11) tornos GALAXY (ROMI), adquiridos a partir do começo de 1985. Três (3) fresadoras INTERACT 4 (ROMI) compradas em 1988. Um Centro de Usinagem (WOTAN), adquirido em 1987.

FONTE: Questionário aplicado nas empresas.

TABELA 4.2.5 - PROGRAMAÇÃO

EMPRESA	TIPO	EQUIPAMENTO UTILIZADO
Empresa A	A programação é feita manualmente. A edição e o transporte é realizado via micro	Micro Marca MICROTEC
Empresa B	A programação é feita manualmente. A edição e o transporte é realizado via micro	Micro UNITRON APPLE II
Empresa C	A programação é feita manualmente. A edição e o transporte é realizado via micro	Micro UNITRON APPLE II mais impressora EMILIA (ELEBRA)
Empresa D	A programação é feita manualmente. A empresa pretende iniciar programação automática via CAD/CAM dentro de 6 meses.	ainda não decidido
Empresa E	A programação é feita manualmente e é também digitada manualmente nas máquinas	
Empresa F	Já possui software de programação automática. Ainda programa, porém, manualmente utilizando o micro para transporte e armazenamento	O software utilizado é o PRO6MAX DA MAXITEC

FONTE: Questionário aplicado nas empresas

TABELA 4.2.6 - PRINCIPAL TIPO DE PRODUÇÃO POR EMPRESA

Empresa	Grandes Lotes	Pequenos lotes
1. Empresa A	X	
2. Empresa B		X
3. Empresa C		X
4. Empresa D		X
5. Empresa E	X	
6. Empresa F	X	

FONTE: Questionário aplicado nas empresas.

TABELA 4.2.7 - PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS CONCORRENCIAIS DAS EMPRESAS

Estratégia	Percentagem das empresas que citaram
1 - introdução de automação nos processos de produção	75 %
2 - redução dos custos de mão-de-obra	75 %
3 - diversificação de mercados	60 %
4 - aumento da produtividade do trabalho	50 %

FONTE: Questionário aplicado nas empresas.

TABELA 4.2.8 - MOTIVOS PARA INTRODUÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS COM COMANDO NUMÉRICO

Motivos	Percentagem das empresas que citaram
1 - Produzir produtos de maior precisão	100 %
2 - Competir com outras firmas	80 %
3 - Fazer frente à falta de trabalhadores qualificados	60 %
4 - Produzir eficientemente pequenos lotes de diferentes tipos de produtos.	60 %

FONTE: Questionário aplicado nas empresas.

TABELA 4.2.9 - PRINCIPAIS PROBLEMAS EM RELAÇÃO AO USO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA COM COMANDO NUMÉRICO

Problema	Percentagem das empresas que citaram
1 - Pressão financeira devido ao alto custo do maquinário	100 %
2 - Falta de capacidade de manutenção	100 %
3 - Confiabilidade limitada	40 %

FONTE: Questionário aplicado nas empresas.

TABELA 4.2.10

EVOLUCAO DOS PRECOS DE ALGUMAS MAQUINAS-FERRAMENTAS

Valores em US\$ 1,000

DESCRICAO	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
PFAUTER PA300		185.										700.
TORNO INDEX GU1000		307.		673.					410.			1100.
MAQUINA LAVAR DURR			61.									250.
BROCH.EXTRNA 25 T						428.						450.
FURAD.MULT.BREVET FU310			27.									120.
MAQ.TEMPERA P/INDUCAO				146.								260.
RERARB. SU MOD.SCT350					27.				12.			100.
CENTRO USIN. GROB BZ50									642.			1200.
TORNO PETRA									255.			600.

FONTE: Dados fornecidos por uma das empresas entrevistadas

TABELA 4.3.1
 CARACTERIZACAO DAS MEDIAS EMPRESAS COM PRODUTOS PROPRIO

NOME	ANO FUND./LOCALIZACAO	LINHA DE PRODUTOS	No. DE EMPREGADOS	PARQUE MFCNs
EMPRESA G	21.05.64 Interior SP Amparo	Maquinas Texteis - quase toda a linha	79-320 81-450 83-150 88-507	1 Torno CN- Cincinatti Milacron - 1978 2 Tornos ECN 40 - 85 e 86 1 Centro de Usinagem Wotan - marco/87 Rapid zero (10% do maquinario total) - Estao pensando em adquirir a medio prazo 1 Galaxy ou Traub TND 460 e 1 Retifica Cilindrica CNC Zema ou Sulmecanica
EMPRESA H	1966 Americana	Sopradoras, Injetoras, Extensoas, Moldes e Acessorios para Industria de Transformacao de Termo-plasticos		MFCNs comecaram a ser adquiridas em 1986/87 2 Tornos ECN 40 II 1 Torno Nardini NV 100 2 Centros de Usinagem WOTAN - CHIRON FZ 25 Tem planos de comprar mais 6 tornos, mas antes amortizara investimento (20% do maquinario total)
EMPRESA I	02.07.1957 Itapira (SP)	Maquinas Agricolas - Enciladeira de Forragem - Trituradeiras de Cereais	88 - 392 86 - 382 85 - 281 84 - 240 83 - 228 82 - 196 81 - 196 80 - 234	1 Cosmos (ROMI) - meados de 1986 - iniciou operacao jan. 87 - Tem intencao (ainda a nivel de projeto) de comprar um Galaxy (10% do maquinario)
EMPRESA J	1955 Itapira (SP)	Maquinas Agricolas, Picadores, Enciladeiras, Colheadeiras	88 - 160	1 Cosmos 30 - negocio fechado em abril/86 recebeu jan/87 - Tem plano de comprar um outra MFCN da ROMI
EMPRESA L	1950 Jundiai	Pecas usinadas p/ Industria automobi- listica (subcontra- tacao) Grampos p/emenda de correa Placas hidraulicas Pneumaticos p/tornos	88 - 230 87 - 190 80 - 300	1 Torno ECN 40 II - 1985 1 Centro de Usinagem WOTAN - 1986 FZ 25 Tem plano de comprar um torno INDEX - esta em vias de fechar o negocio
EMPRESA M	Monte-Mor (SP)	Centrifugas e Orde- nhadeiras	88 - 298	1 Mandrilhadora DIXI - 1979 (FY310-CNC) 1 Torno Index - 1986 (GU-100) 1 Torno Galaxy - nov/87 Vao receber 2 tornos Peetler (RFA) CNC usados - transferencia de capital Tem plano de comprar Mandrilhadora 3/4 eixos e fresadora com 4 eixos (nacional) Um segundo tornos um torno

TABELA 4.3.2 - MOTIVOS - FIRMAS MÉDIAS

MOTIVO	Percentagem das empresas que citaram
1 - Produzir produtos de maior precisão	100 %
2 - Fazer frente falta trabalhador qualificado	50 %
3 - Produzir eficientemente pequenos lotes de diferentes tipos de produtos	83 %
4 - Competir com outras firmas que introduziram MECNs	33 %
5 - Renovação do próprio maquinário já com vida útil avan- çada	33 %
6 - Iniciar produção de novos produtos	67 %
7 - Reduzir custo de uso da obra	89 %
8 - Poupar energia e material	17 %

FORTE: Questionário aplicado nas empresas

TABELA 4.3.3 - FORMAS DE PROGRAMAÇÃO DAS MFCNs

EMPRESA G	A programação é realizada manualmente e é introduzida nas máquinas por fita perfurada.
EMPRESA H	Idêntica à empresa G.
EMPRESA I	Programação é automática. A MFCN está conectada diretamente com o micro que gera o programa.
EMPRESA J	A programação é feita manualmente e o programa é editado e transportado à máquina através de um micro Apple/Unitrón.
EMPRESA L	Idem a empresa J.
EMPRESA M	Sistema de Programação Automática NIXDORF, importado. Em vias de ligar o micro diretamente com as três MFCNs (DNC)

FONTE: Questionario aplicado nas empresas.

TABELA 4.3.4 - OUTROS EQUIPAMENTOS AME

EMPRESA G	<p>2 Micros Scopus Nexus 2611 para controle de estoque e folha de pagamento.</p> <p>1 SID 512 - controle de custos.</p> <p>A empresa pretende adquirir uma t�mpera por indu�o CN com comando da MCS.</p>
<hr/>	
EMPRESA H	<p>1 m�quina de eletroeros�o.</p> <p>1 PC XT - Cobra e 1 SISCO de 8 bits.</p> <p>Provavelmente introduzir�o micro Apple do pacote da PRO-CONTROLE para transmiss�o dos programas das MFCHs.</p>
<hr/>	
EMPRESA I	<p>2 micros - um para programac�o e o outro para usos diversos.</p> <p>1 mini EDISA - para contabilidade. Est�-se implantando um Programa de Movimentac�o de Estoques para fazer custeio do produto.</p>
<hr/>	
EMPRESA J	<p>1 micro Apple/Unitron - comunica�o, edi�o e arquivo do CNC.</p> <p>1 PC Scopus para a contabilidade.</p>
<hr/>	
EMPRESA L	<p>1 Apple/Unitron para edi�o, simula�o e transporte do programa das MFCHs.</p> <p>1 PC Microtec - controle de produ�o.</p> <p>2 Labor - Administra�o Geral de Compras.</p>
<hr/>	
EMPRESA M	<p>Possui um CPD.</p> <p>A programac�o e controle da produ�o � feita num Micro Labor.</p> <p>Tem testes controlados por computador.</p>

FONTE: Questionario aplicado nas empresas.

TABELA 4.3.5 - INOVAÇÕES ORGANIZACIONAIS INTRODUZIDAS

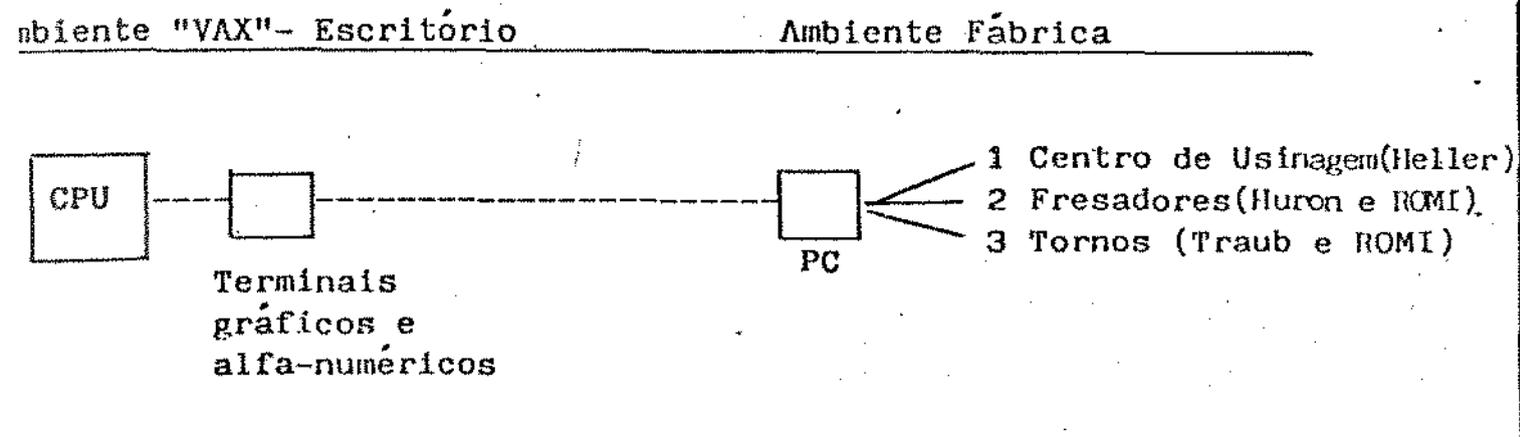
EMPRESA G	Está introduzindo programação para se fazer o PCP no computador. Tem projeto de tecnologia de grupo, mas ainda não constituiu células de fabricação.
EMPRESA H	Está introduzindo controle da produção por computador. Já tem controle de estoque em computador. Não tem projeto de tecnologia de grupo ou JIT.
EMPRESA I	Está introduzindo sistema JIT/Kanban. Está operando com recebimento de materiais em lotes menores, com intervalo reduzido entre os recebimentos.
EMPRESA J	Nenhuma inovação observada.
EMPRESA L	Estão implantando controle de produção por computador (sistema Datasul). Possui uma linha de fabricação que pode ser considerada uma célula. Esta linha, porém, não contém MFCNs. Introduziram C.E.P.
EMPRESA M	Todo o PCP é realizado por computador. Possui terminais na produção, por onde chega as ordens de fabricação. Não utiliza tecnologia de grupo.

FONTE: Questionário aplicado nas empresas.

CARACTERIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DAS EMPRESAS DO SETOR DE AUTÓVEIAS

EMPRESA N	MÁQUINA E TIPOS DE MECÂNICAS	OUTROS EQUIPAMENTOS PROGRAM.	SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO UTILIZADOS	LAYOUT - INOVAÇÕES	TENDÊNCIAS - PRODUTOS
<p>1 Centro de Usinagem</p> <p>14 Tornos CNC</p> <p>3 Retíficas CNC</p>	<p>1 Torçora por Indução CNC</p> <p>1 Prensa Transfer CNC</p>	<p>A programado e feito manualmente</p> <p>* O projeto e feito inicialmente no sistema CAD por um projetista</p>	<p>Introdução recente de célula de fabricado, utilizando máquina CNC, com alimentacao manual</p>	<p>A empresa esta implantando um sistema CAD para entrar em funcionamento ainda esse ano. O sistema consta de 4 estações (2 na engenharia de projeto, 2 na Engenharia de Manufatura). O sistema realiza as seguintes funções: desenhos bidimensionais, projetos tridimensionais, layout de instalações da fábrica e análise estrutural pelo método de elementos finitos.</p>	
<p>44 MECÂNICAS ao todo</p> <p>Na ferramentaria existem 16 MECÂNICAS (Centros de Usinagem, Tornos, Retíficas das seguintes marcas KUMI, MARDINI, TRABLO, HELIX, MIRON-Allema e SIP-Sulica).</p>	<p>3 Eletroerosões e fio CNC</p> <p>Agile (Suíça)</p> <p>1 Medidora tridimensional Zeiss (Alema)</p>	<p>Na ferramentaria esta sendo introduzido um sistema CNC, uma vez que ai se trabalha com series pequenas e de grande complexidade - No CAM e gerado um programa CI-DATA (gerenciado), o comando e posteriormente especificado por um pos-processador (o arquivo de Pos-processador e gerado na propria empresa).</p> <p>O programa e transferido entao para a fabrica, para terminais inteligentes (Pics). O PC pode ainda transferir as correções eventuais feitas pelos operadores para a CPU (VAX). A operacao dos Pics e por conta do operador de maquina. (ver figura anexa).</p>	<p>O layout e funcional, nao havendo ainda nenhuma experiencia na implantacao de células de usinagem</p>	<p>O sistema CAD/CAM consta de 1 CPU (mais uma sera instalada ainda em 1988), 12 estações de trabalho, 30 terminais, 8 impressoras, e 2 plotters. O sistema e SIGORAPH. A equipe responsável pela CAD/CAM e composta de 8 pessoas, 6 engenheiros (1 gerente) e dois analistas. A ideia e tirar um sistema descentralizado, em cada setor usuario foi treinado um profissional.</p>	
<p>42 Tornos CNC (marcas, Index, LeBlond -CH, Index, Overris, Lodge Shilley), KUMI, TRABLO, Index, Fittler)</p> <p>11 Centros de Usinagem (ORBUS, THUSSEN-HALLER)</p> <p>4 Hobbing Machines (DEWALIN - Alema)</p> <p>2 Retíficas (Zan)</p>	<p>1 Eletroerosao a fio CNC (AGIE)</p> <p>1 Eletroerosao a penetracao (AGIE)</p> <p>1 Afilador (Hingensberb)</p> <p>2 Testadores de Engenharia (MAGS PH 40)</p> <p>1 Medidora Tridimensional (Zeiss)</p> <p>1 DEA - Base Tridimensional</p> <p>2 eletro-beam welding (Torvyc e Ley Ball)</p> <p>Para pre-setting</p> <p>1 Muller</p> <p>2 Retif-vertical</p> <p>1 Retif-horizontal</p>	<p>A programado e, no momento, realizada manualmente.</p> <p>Esta em desenvolvimento o sistema da Computervisio, que permitir a programacao automatica.</p> <p>O objetivo a medio-prazo do programa CAD/CAM e chegar ao CNC. O primeiro sera na ferramentaria. A instalacao esta prevista para dois anos</p>	<p>A empresa tem realizado um razoavel esforco no sentido de estabelecer um layout mais celular. No setor de componentes fora de estrada - o plano e de trabalhar c/ 20 células, das quais 14 ja esta funcionando.</p> <p>No setor de transmissões mecânicas, estão em fase de implantação de uma célula flexível de usinagem e um trocador de cabeceiras.</p>	<p>Ja tem instalado um sistema CAD com duas estações de trabalho. (O sistema e da Computer-visio).</p> <p>Esta desenvolvendo um sistema CAD/CAM. Foi criado um grupo inferior para sua implantação.</p>	

FIGURA 4.4.1.
DIAGRAMA DO SISTEMA DNC DA EMPRESA O



Fonte: Questionário aplicado na empresa.

LA 4.4.2

UTURA SALARIAL NA EMPRESA P

REGO	MAIO/87 (US\$) NES	JUNHO/88 (US\$)
amenteiro	419,46 - 560,85	655,48
amenteiro CN	451,83 - 603,85	
ador Maquinas	159,43 - 332,07	349,59 - 375,53
encional		(melhor nivel)
ador Maquinas	312,44 - 509,23	especial 516,18 - 553,06 comum 317,00 - 464,30
ramador	371,73 - 572,75	796,59 - 1.007,11
nejador)		
tenciao	380,86 - 560,92	
encional		
tenciao	444,83 - 874,58	
ronica		
essor"		607,68

E: Questionario aplicado na empresa

TABELA 4.4.3

INDICADORES DA EMPRESA R

ANO	No. EMPREGADOS	FATURAMENTO (em US\$1000)	VENDAS MAQUINAS-OPERATRIZES AO MERCADO INTERNO (em US\$1000)	EXPORTACOES DE MAQUINAS-OPERATRIZES (em US\$1000)	PERCENTAGEM DAS EXPORTACOES NO TOTAL DAS VENDAS DE MAQUINAS-OPERATRIZES
1980	4.163	92.600	47.890	20.130	29,6
1981	3.198	75.570	39.290	8.790	18,3
1982	2.611	60.930	35.570	3.030	7,8
1983	2.334	40.880	16.910	7.610	29,7
1984	2.824	47.410	23.180	5.160	18,2
1985	3.295	71.870	46.370	6.220	11,8
1986	3.874	97.680	76.220	3.060	3,9
1987	4.122	130.630	98.750	1.620	1,6

FONTE: Questionario aplicado na empresa

* Para a conversao foi utilizado o valor do dolar medio do ano fornecido pelo Boletim do Banco Central.

CONCLUSÃO

De todas as inovações proporcionadas pela "Revolução Microeletrônica" o Comando Numérico é, sem dúvida, a que está mais difundida na indústria brasileira. O crescimento do parque nacional de Máquinas-Ferramentas com Comando Numérico é bastante pronunciado; Tauile (1984a) estimou a existência de 700 unidades em 1980 e, caso se confirmem as previsões da SOBRACON, esse número terá se elevado para 4053 unidades em 1988.

Uma simples comparação entre os dados obtidos por E. Leite (1985) e os da pesquisa de campo deste trabalho ilustra a expansão da tecnologia CN entre as empresas brasileiras. A pesquisa de Leite abrangendo 19 empresas mecânicas, das quais 9 possuíam mais de 500 empregados, encontrou uma média de 11,4 MFCNs por empresa, sendo que apenas uma empresa possuía mais de 20 unidades. Acrescente-se o fato de que das 10 médias empresas incluídas, apenas uma era nacional; as demais pertenciam a grupos estrangeiros ou multinacionais, o que até certo ponto as equiparava a grandes estabelecimentos, como afirma a própria autora (Leite, 1985, pag. 29). Para evidenciar a maior difusão de MFCNs constatada na presente pesquisa, basta lembrar que entre as empresas prestadoras de serviços (geralmente as de menor capacidade financeira da amostra) a média chegava a 5,5 MFCNs por empresa (sendo

que uma delas possuía mais de 10 unidades). Já entre as grandes empresas, mais parecidas com as da amostra de Leite, só a O e a Q possuíam um número relativamente pequeno de MFCNs (17 e 16 unidades respectivamente) ; o parque dessas máquinas entre todas as outras grandes empresas era superior a 40 unidades.

O emprego de MFCNs é mais intenso naqueles setores direta ou indiretamente submetidos aos padrões de qualidade necessários para a implementação de uma estratégia exportadora. É o caso da maioria das grandes empresas e de seus fornecedores de serviços de usinagem. Entre as médias empresas com produto próprio, o maior grau de automação foi verificado justamente na empresa onde as exportações representam uma parcela significativa da produção.

As exportações, contudo, não servem para explicar as motivações das empresas produtoras de máquinas operatrizes para adquirirem MFCNs. Em ambas, a parcela exportada do produto total tem sido muito pequena nos últimos anos. Em uma delas, pode ser observado que, apesar dos avanços feitos nos últimos anos, o grau de automação ainda continuava baixo. Esta é provavelmente a situação da maioria dos fabricantes nacionais de máquinas-ferramentas. Já a outra empresa (a R) constitui um caso interessante. Essa empresa sempre caracterizou-se por assumir uma posição de vanguarda tecnológica, o que deve responder, em parte, pela sua liderança no mercado nacional.

Outro argumento é a necessidade estratégica de racionalizar a produção dos produtores de bens de capital inseridos numa economia tão instável quanto a brasileira. Dada a atual conjuntu-

ra econômica, a rápida capacidade de alterar a linha ou o volume de produção sem incorrer em grandes prejuízos, passa a ser um fator vital para a sobrevivência dessas empresas. A estratégia de modernização da empresa Q foi justamente uma resposta à grave crise financeira pela qual vinha passando. A automação flexível, pois, dota os produtores de bens de capital de uma importante vantagem competitiva num cenário econômico de crise. Utilizando o referencial de Porter (1985), pode-se afirmar que a posse de MFCNs reforça a estratégia de custos dessas empresas.

As MFCNs representam ainda um ativo importante no caso de empresas metal-mecânicas iniciando a produção de itens mais sofisticados. Observe-se, por exemplo, a empresa aeronáutica. A ampliação de seu parque de máquinas CN assim como os outros pesados investimentos em automação são em parte explicáveis por um novo modelo de aeronave militar que a empresa pretende lançar no mercado. Além de ser um produto novo, o fato de estar incorporado na linha militar da empresa aumenta substancialmente os requisitos de qualidade. A empresa multinacional incluída entre as médias com produto próprio citou o esforço de nacionalização de uma parte crítica de um de seus produtos como um dos motivos para a ampliação do seu parque de MFCNs. Logo, pode-se dizer que essa tecnologia facilita a estratégia de diferenciação das empresas.

O propósito maior da pesquisa, porém, foi verificar em que medida as MFCNs estão se difundindo entre as pequenas e médias empresas no Brasil. Ao contrário de outros equipamentos de automação de base microeletrônica (CAD/CAM, robôs, etc.), o uso de MFCNs não tem se restringido às empresas de grande porte. Mais

ainda, constatou-se que a aquisição da nova tecnologia tem sido estimulada pela existência de esquemas de subcontratação ligando pequenas e médias empresas prestadoras de serviços de usinagem a grandes empresas produtoras de bens tecnologicamente sofisticados e, em sua maioria, com importante atividade exportadora.

A difusão de tecnologias de automação flexível pode, assim, estimular um movimento em direção a uma produção mais descentralizada na indústria metal-mecânica brasileira. Um grau excessivo de verticalização geralmente diminui o potencial competitivo das empresas nacionais nos mercados externos. A produção de automóveis e de máquinas-ferramentas no Japão ilustra bem a estratégia de uma produção descentralizada de bens de elevada qualidade e de baixo custo. Aliás o grau de verticalização das grandes empresas da amostra é bem mais elevado que o de suas congêneres no exterior, fato que é inclusive reconhecido pelos próprios executivos locais.

Na medida em que as empresas subcontratadas tenham acesso a tecnologias produtivas mais modernas tenderão a constituir-se em fornecedores mais confiáveis para os seus clientes. Trabalhar com fornecedores de qualidade assegurada (aqueles cujos produtos não precisam passar pelo controle de qualidade do comprador) diminui sensivelmente os custos referentes à organização externa da produção em que incorrem os contratantes.

O problema fundamental encontrado pelas pequenas e médias empresas é o elevado preço das MFCNs. A continuar essa situação é de se prever um atraso tecnológico de graves consequências na indústria metal-mecânica brasileira. Mesmo o FINAME não

consegue assegurar um esquema de financiamento compatível com as necessidades das pequenas e médias empresas.

No que se refere aos impactos sobre a organização do trabalho, parece ter ficado bastante claro que não existe nenhum padrão de gestão da força-de-trabalho inerente à tecnologia do comando numérico. É a tradição da firma em termos de política de Recursos Humanos que determina, na sua maior parte, os impactos da introdução das MFCNs sobre a mão-de-obra. Além disso, a estratégia de modernização seguida pela empresa é outro condicionante importante dos efeitos sobre a organização do trabalho e as qualificações. A introdução pura e simples de algumas MFCNs, representando uma porção ínfima do parque de máquinas-ferramentas da empresa, não acompanhada de quaisquer reformas organizacionais (tecnologia de grupo, JIT/Kanban, etc.) não produz qualquer efeito significativo sobre a mão-de-obra.

Pode-se, é claro, discutir os diferentes critérios de seleção para os novos cargos surgidos com a introdução do CN (operadores de MFCNs e programadores), lembrando, não obstante, tratar-se de uma porção diminuta da mão-de-obra total empregada na metal-mecânica. Deve-se apontar, de início, não se ter verificado na prática nenhuma associação entre as tarefas de programação e operação de MFCNs, o que está plenamente de acordo com os resultados obtidos por Tauile. Embora algumas empresas da amostra tenham afirmado ministrar noções de programação a seus operadores, em nenhum caso foi constatado a programação sendo executada por um operador.

Na verdade, o que ocorre é o operador com conhecimento de programação ser promovido para o cargo de programador, de acordo com as necessidades da empresa. A novidade encontrada nessa pesquisa foi o recurso ao chamado preparador/programador. Essa foi a estratégia utilizada por várias empresas de menor porte da amostra, acreditando que o seu parque de MFCNs ainda não era suficiente para justificar a figura do programador isolado. Esse esquema, contudo, tende a romper-se uma vez que a empresa amplie o número de suas máquinas CN, como se deu no caso da empresa F.

Esses argumentos não implicam necessariamente que o operador de MFCNs tenha de ser um profissional de baixa qualificação. Isso vai depender em larga medida da complexidade da peça a ser usinada, do nível de sofisticação da MFCN e da maneira como a produção está organizada.

Mencionou-se, por exemplo, que no caso da adoção de uma produção organizada em células haveria uma tendência à buscar operadores polivalentes (capazes de operar as várias máquinas que compõem a célula), o que exclui a possibilidade de se alocar aí operadores pouco qualificados. Esse dado é reforçado pela tentativa das empresas mais progressistas de paulatinamente transferir o controle de qualidade para o nível da produção e de reduzir o número de chefias intermediárias. O operador passa, assim, a ter uma maior responsabilidade pela qualidade do produto e vai se exigir também dele uma capacidade de se comunicar eficientemente com a gerência e a manutenção. A usinagem de peças complexas em MFCNs sofisticadas (caso típico da indústria aeronáutica) tende,

por sua vez, a ser realizada por operadores de maior qualificação. Isso dá-se tanto pelo valor crítico da peça quanto pelo elevado custo da máquina.

O uso de uma mão-de-obra de baixa qualificação na operação de MFCNs é mais comum entre as pequenas e médias empresas do que entre as grandes. A maioria das subcontratadas seguia esta estratégia. É preciso levar em conta que a maioria das peças usinadas em MFCNs nessas empresas não eram de elevada complexidade; as máquinas CN empregadas estavam entre as mais simples existentes no mercado nacional; e em nenhuma delas percebeu-se a introdução de inovações organizacionais mais profundas. Esse padrão pode tornar-se inconveniente, entretanto, quando a empresa deseja, por exemplo, introduzir um controle de qualidade mais sofisticado. A empresa F alegou estar encontrando dificuldades para treinar os seus operadores na concepção do CEP. É interessante observar que a única entre as grandes empresas a mencionar requisitos baixos para os operadores de MFCNs (a empresa T) era a mais atrasada na incorporação de novos modelos organizacionais e a que produzia itens de menor sofisticação tecnológica.

É curioso perguntar-se como explicar padrões tão distintos de uso da força-de-trabalho associados à operação das MFCNs. Há de levar-se em conta, em primeiro lugar, que grande parte dos usuários dessas máquinas ainda têm pouca experiência com a nova tecnologia. Tem-se também o fenômeno mencionado no trabalho de Jones (1982) de que uma vez estabelecido um padrão de uso da força-de-trabalho, este tende a cristalizar-se mais por fatores sociais do que técnicos. Mais importante, contudo, é o

fato da eficiência das MFCNs depender muito mais da estrutura de apoio criada pelas empresas (programação, manutenção, ferramental, etc.) do que da qualificação dos operadores. Não sendo este, portanto, um fator essencial para garantir o bom desempenho das máquinas, é natural que as empresas não dediquem um esforço maior para discernir um padrão uniforme ótimo. A preocupação com o nível de qualificação dos operadores aumenta quando a empresa pretende incorporar inovações organizacionais mais profundas, como já foi citado anteriormente.

Quanto à seleção e ao nível dos programadores o quadro parece mais nítido. A grande maioria dos programadores das empresas da amostra tinha uma boa experiência anterior de usinagem e já algum tempo de trabalho na empresa. A seleção era basicamente interna, entre os operadores e preparadores com mais facilidade para lidar com questões abstratas.

Essa situação está sujeita a alterações em função de uma maior difusão dos softwares de programação automática e dos sistemas DNC (Direct Numerical Control). O uso da programação automática e, mais especificamente, do DNC tornariam dispensáveis os conhecimentos práticos de usinagem por parte dos programadores, na medida em que este tipo de informação já estaria contida na memória do sistema. Acontece, porém, que mesmo as firmas que já possuem pacotes de programação automática ou que estão implantando um DNC ainda não confiam totalmente nesta capacidade da nova tecnologia. Embora quatro firmas da amostra possuíssem softwares de programação automática, apenas duas utilizam de fato esse recurso, e mesmos nestas parte dos programadores eram profis-

sionais com boa experiência prévia de usinagem. As empresas procuram, de certo modo, equilibrar as qualificações no setor de programação.

O que parece acontecer com a introdução de sistemas mais sofisticados de programação é a transformação do trabalho de programador numa atividade mais de processista, exigindo dele um maior nível de escolaridade e maior habilidade para lidar com questões abstratas. O elevado custo destes softwares e as dificuldades técnicas da implantação de um DNC fazem crer, porém, num processo de difusão bastante lento e, portanto, de efeitos graduais sobre a mão-de-obra.

As consequências mais inequívocas da introdução das MFCNs dão-se sobre o setor de manutenção. Trata-se de um serviço de apoio fundamental para garantir o uso economicamente eficiente dessas máquinas. Todas as grandes empresas da amostra ampliaram este setor e elevaram a sua qualificação, sobretudo na área de eletrônica, após a incorporação de MFCNs. Há uma escassez no mercado de profissionais treinados para este setor com habilitação em eletrônica. A constituição de uma equipe de manutenção capaz de resolver autonomamente os problemas das MFCNs é uma meta mais difícil de ser alcançada pelas pequenas e médias empresas. Essas continuavam, em sua grande maioria, fortemente dependentes da assistência técnica dos fabricantes. Mesmo assim, elas estavam procurando expandir a capacidade de seu pessoal neste setor, fazendo-os frequentar cursos de manutenção junto ao fabricante.

Uma forte tendência entre as empresas é a preferência por trabalhadores jovens na operação das MFCNs. Encontram menos

dificuldades alocando nessas máquinas recém-formados do SENAI com algum tempo de empresa do que retreinando os melhores operadores de máquinas convencionais, com mais tempo de empresa. Embora essa última estratégia esteja presente em algumas empresas da amostra, com o tempo ela deverá ceder ao uso de operadores mais jovens. O uso de operadores mais antigos nas MFCNs parece estar ligado a uma certa insegurança da empresa em relação à nova tecnologia, o que deverá diminuir com a aquisição de maior experiência. Esses operadores mais antigos poderão ainda serem utilizados para as tarefas mais complicadas de preparação e programação.

Se os efeitos sobre as qualificações não se prestam a uma sistematização muito rigorosa, os impactos sobre o volume de emprego são ainda mais arredios. O volume de emprego não havia diminuído em quase nenhuma das empresas nos últimos três anos, tendo na verdade se expandido na maioria delas. Em nenhuma empresa comprovou-se demissões provocadas pela introdução das MFCNs; muitas delas concordaram, não obstante, que sem a posse dessas máquinas teriam de empregar um contingente maior de mão-de-obra. A essa última observação, entretanto, cabem duas ressalvas: a) muitas das peças não poderiam ser fabricadas sem o uso de MFCNs, e b) a posse dessas máquinas foi importante para sustentar o processo de expansão de muitas dessas empresas. É difícil dizer, portanto, se essas empresas realmente estariam empregando um contingente maior na ausência das máquinas CN.

A instabilidade da economia brasileira complica bastante uma avaliação mais rigorosa do efeito das novas tecnologias sobre o volume de emprego. Bastante sugestiva, contudo, é a con-

clusão do trabalho de Fleury (1988) de o maior grau de modernização da empresa está associado a uma maior estabilidade do volume de emprego durante uma crise e a uma recuperação mais rápida, uma vez cessada esta. Na medida ainda em que as MFCNs propiciem uma estrutura produtiva mais descentralizada na metal-mecânica, supondo-se válida a hipótese de S. Brusco (1982), pode-se também prever um melhor comportamento do volume de emprego num período de crise.

Na maioria das empresas visitadas, os operadores e preparadores de MFCNs tendiam a ganhar, na média, acima dos operadores e preparadores de máquinas convencionais. Em algumas empresas isso era função da estratégia de aí alocar os profissionais mais qualificados. É interessante observar que esse diferencial em favor dos profissionais do CN verificava-se mesmo em algumas empresas onde o nível de qualificação exigido deles não era mais elevado, ou era mesmo inferior, ao dos trabalhadores de máquinas convencionais. A razão provavelmente está no chamado "salário confiança"; dado o elevado custo da máquina, a empresa necessita antes de profissionais confiáveis do que habilidosos para trabalharem nas MFCNs.

Esse diferencial, porém, não chega a ser significativo e já começa mesmo a ser questionado por algumas empresas. Em algumas delas, não havia distinção salarial entre os operadores CN e os de máquinas convencionais, e pelo menos duas grandes empresas afirmaram que, no futuro, a tendência seria dos operadores de MFCNs ganharem menos do que os operadores de máquinas convencionais. A preferência por trabalhadores jovens para operarem as

MFCNs deverá acentuar a redução desse diferencial. Salários mais elevados continuarão a serem pagos, contudo, ao pessoal ligado aos serviços de apoio (manutenção, programação e preparação).

1. O plano de carreira dos professores de ensino médio, em função da sua importância, deverá ser mantido, com a possibilidade de progressão por mérito.

BIBLIOGRAFIA

- BALTAR, P. (1987). *Salários e Preços: Esboço de uma Abordagem Teórica*, Tese de Doutorado, IE-UNICAMP, Campinas.
- BERGER, S. e PIORE, M. (1980). *Dualism and Discontinuity in Industrial Societies*, Cambridge, Cambridge University Press.
- BLACKBURN, P. , COOMBS, R. e GRENN, K. (1985). *Technology, Economic Growth and the Labour Process*, London, Macmillan Press.
- BLUMBERG, M. e GERWIN, D. (1981). "Coping with Advanced Manufacturing Technology", Discussion Paper 81-12, Berlin, International Institute of Management.
- BOLETIM SOBRACON (1988). "Automatização Industrial : Vendas/88", Ano IV, Nº 37/38, pag. 41-44.
- BRAVERMAN, H. (1974). *Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century*, New York, Monthly Review Press.
- BRUNO, S. (1979). "The Industrial Reserve Army, Segmentation and the Italian Labour Market" in *Cambridge Journal of Economics*, vol. 3 , pag. 131-151.

BRUSCO, S. (1982). "The Emilian Model: Productive Decentralisation and Social Integration" in *Cambridge Journal of Economics*, vol. 6, pag. 167-184.

CASALET, M. e GARZA, M. (1986). "Difusion de las Maquinas Herramientas de Control Numerico, Sistemas CAD/CAM y Robots Industriales en la Industria en Mexico", mimeo.

CHUDNOVSKY, D. (1984). "The Diffusion of Electronics Technology in Developing Countries' Capital Goods Sector : The Argentinian Case", Centre on Transnational Economy, Buenos Aires.

CHUDNOVSKY, D. (1986). "The Diffusion and Production of New Technologies. The Case of Numerically Controlled Machines", mimeo, Centre on Transnational Economy, Buenos Aires.

CORIAT, B. (1979). *El Taller y el Cronometro*, Madrid, Siglo Veintiuno.

COUTO, S. (1988). "Máquinas CNC : Quando a Meta é a Flexibilidade" in *Máquinas e Metais*, Ano XXIV, nº 270, São Paulo.

DOSI, G. (1982). "Technological Paradigms and Technological Trajectories. A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change" in *Research Policy*.

DOSI, G. (1984). *Technical Change and Industrial Transformation*, London, Macmillan.

DOSI, G. (1986). "The Microeconomic Sources and Effects of Innovation. An Assessment of Recent Findings", SPRU, University of Sussex.

EDQUIST, C. e JACOBSON, S. (1985). "The Diffusion of Electronics Technology in the Capital Goods Sector in the Industrialized Countries", UNCTAD/TT/65.

EDQUIST, C. e JACOBSON, S. (1988). *Flexible Automation - The Global Diffusion of New Technology in the Engineering Industry*, Oxford, Basil Blackwell.

FERREIRA, C. (1987). *A Trajetória Tecnológica da Automação Flexível e seus Impactos na Articulação Externa da Economia Brasileira*, Dissertação de Mestrado, IE-UNICAMP, Campinas.

FLEURY, A. (1988). *Análise a Nível de Empresa dos Impactos da Microeletrônica sobre a Organização da Produção e do Trabalho*, Texto preparado para arguição no concurso para Professor Titular, Escola Politécnica- USP, São Paulo.

FREEMAN, C., CLARK, J. e SOETE, L. (1982). *Unemployment and Technical Innovation - A Study of Long Waves and Economic Development*, London, Frances Printer.

- FREEMAN, C. (ed.) (1985) *Technological Trends and Employment - Vol. 4: Engineering and Vehicles*, Aldershot, Gower.
- GADIELHA, M. E LOBÃO, R. (1982). "Estrutura Industrial e Padrão de Competição : Um Estudo de Caso", Rio de Janeiro, FINEP.
- GEBHARDT, A. e HATZOLD, O. (1974). "Numerically Controlled Machine Tools" in Nasbeth, L. e Ray, G. (eds.) *The Diffusion of New Industrial Processes*, Cambridge, Cambridge University Press.
- GROOVER, M. (1980). *Automation, Production Systems and Computer-Aided Manufacturing*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- GUIMARÃES, E. (1982). *Acumulação e Crescimento da Firma - Um Estudo de Organização Industrial*, Rio de Janeiro, Zahar Editores.
- JACOBSON, S. (1982). "Technical Change and Technology Policy. The Case of Numerically Controlled Lathes in Argentina", BID/CEPAL/CIID/PNUD, Buenos Aires.
- JONES, B. (1982). "'Destruction or Redistribution of Engineering Skills ? The Case of Numerical Control" in Wood, S. (ed.) *The Degradation of Work : Skill, Deskillling and the Labour Process*, London, Hutchinson.

- KATZ, J. (1982). "Cambio Tecnológico en la Industria Metalmeccanica Latinoamericana - Resultado de um Programa de Estudos de Caso", BID/CEPAL/CIID/PNUD.
- WORLD BANK (1984). *Factors of Productivity - A Conceptual Framework*, Washington, D.C.
- LAPLANE, M. et al. (1985). "A Indústria Brasileira de Bens de Capital - Diagnóstico Setorial", UNICAMP - IE/SICCT - SP, São Paulo.
- LEITE, E. (1985). "Novas Tecnologias, Emprego e Qualificação na Indústria Mecânica", São Paulo, SENAI, Relatório de Pesquisa.
- MÁQUINAS E METAIS (1987). "Mercado Pode Mudar no Próximo Ano", Ano XXIII, nº 260, São Paulo, MM editora, pag. 44-46.
- MÁQUINAS E METAIS (1988). "Centros de Usinagem - Muito Interesse mas Poucos Negócios para o Setor", Ano XXIV, São paulo, MM editora, pag. 16-23.
- MOCSÁNYI, D. (1988). "A Nossa Competitividade a Nível Mundial é Possível" in *Máquinas e Metais*, Ano XXIV, nº 270, São paulo, MM editora, pag. 36-42.
- NELSON, R. e WINTER, S. (1977). "In Search of a Useful Theory of Innovations" in *Research Policy*, 6, North Holland.

- NELSON, R. e WINTER, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge (Mass.), The Belknap Press of Harvard University Press.
- NOBLE, D. (1984). *Forces of Production - A Social History of Industrial Automation*, New York, Alfred A. Knopf.
- OECD (1982). *L'Innovation dans les Petites et Moyennes Entreprises*, Paris.
- OLIVIER, B. (1984). "Automatisation, Affectation de la Main-d'Œuvre, Formation: l'Exemple des Machines-Outils à Commande Numérique" in *Formation et Emploi*, nº 5, pag. 39-48.
- PACK, H. (1979). "The Capital Goods Sector in LDCs : A Survey", mimeo.
- PASI, H. , CASTANO, A. e GARGIULO, G. (1983). "Evolucion Reciente del Control Numerico en Argentina. Perspectivas y Efectos de su Difusion", INTI, Buenos Aires.
- PAVITT, K. (1984). "Patterns of Technical Change : Towards a Taxonomy and Theory" in *Research Policy*.
- PELIANO, J. et al. (1987). "Automação e Trabalho na Indústria Automobilística" , mimeo, Brasília, IPLAN/OIT/FNUD.

- PENROSE, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford, Basil Blackwell, 1980.
- PETERS, J. (1988). "Projeto Orientado à Manufatura em Fábricas de Pequeno e Médio Porte" in *Boletim SOBRAÇON*, Ano IV, nº 38/39, pag. 46-52.
- PIORE, M. e SABEL, C. (1984). *The Second Industrial Divide*, New York, Basic Books.
- PORTER, M. (1985). *Competitive Advantage - Creating and Sustaining Superior Performance*, New York, The Free Press.
- POSSAS, M. (1985). *Estruturas de Mercado em Oligopólio*, São Paulo, Hucitec.
- POSSAS, M. (1987). *A Dinâmica da Economia Capitalista : Uma Abordagem Teórica*, São Paulo Brasiliense.
- RISPOLI, M. e VOLPATO, G. (1986). "Innovation Acquisition : An Unavoidable Challenge to Small Firms", Paper presented at the Conference on Innovation Diffusion, Venice, March 17-22.
- ROTHWELL, R. et al. (1974). "SAPPHO Updated. Project SAPPHO, Phase 2" in *Research Policy*.

- RUBERY, J. (1978). "Structured Labour Markets, Worker Organisation and Low Pay" in *Cambridge Journal of Economics*, vol. 2. pag. 17-36.
- SABEL, C. (1982). *Work and Politics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- SALERNO, M. (1986). "Automação, Organização do Trabalho e da Produção", EDUSP/DEP, mimeo, São Paulo.
- SALERNO, M. (1987). "Automação e Processos de Trabalho na Indústria de Transformação", Trabalho apresentado no XI Encontro Anual da ANPOCS, Águas de São Pedro.
- SCHMITZ, H. (1985). "A Microeletrônica : Suas Implicações sobre o Emprego e o Salário" in *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, 15(3), pag. 639-679.
- SCIBERRAS, E. e PAYNE, B. (1985). *Machine Tool Industry*, Harlow, Longman Group.
- SHAIKEN, H. (1984). *Work Transformed - Automation and Labor in the Computer Age*, New York, Holt, Rinehart and Winston.
- SONAGLIO, J. (1988). "Relato de um Usuário de Máquinas CNC" in *Máquinas e Metais*, Ano XXIII, nº 266, MM editora, pag. 29-33.

- SORGE, A. et al. (1981). "Microelectronics in the Workplace : Unity and Diversity under CNC in Great Britain and West Germany", Berlin, International Institute of Management.
- STEMMER, C. (1988). "O Progresso da Produção Brasileira de Máquinas-Ferramentas em Comando Numérico" in *Boletim SOBRACON*, Ano IV, nº 37/38, pag. 36-40.
- TAVARES, M. C., POSSAS, M. e FAÇANHA, O. (1978). "Estrutura Industrial e Empresas Líderes", Rio de Janeiro, FINEP.
- TAUILE, J. (1984a). *Microeletrônica, Automação e Desenvolvimento Econômico - O Caso das Máquinas-Ferramentas com Controle Numérico no Brasil*. Tese de PhD, New School for Social Research (tradução do autor).
- TAUILE, J. (1984b). "Employment Effect of Microelectronic Equipment in the Brazilian Automobile Industry", WEP2-22/Wp. 131, International Labour Organisation, Geneva.
- TAUILE, J. (1987). "Microelectronics and the Internalization of the Brazilian Automobile Industry" in Watanabe, S. (ed.) *Microelectronics, Automation and Employment in the Automobile Industry*, John Wiley & Sons.

WATANABE, S. (1983). "Market Structure, Industrial Organisation and Technological Development : The Case of the Japanese Electronics-Based NC-Machine Tool Industry", WEP2-22/WP 111, International Labour Organisation, Geneva.