



15

ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E DO TRABALHO
EM AMBIENTE DE COMANDO NUMÉRICO

Banca Examinadora:

Prof. Orientador: Wolfgang Schoeps

Prof.

Prof.

EAESP - FGV

SECRETARIA ESCOLAR DOS CPG

RECEBIDO

Em 16 / 02 / 89

Por *Roberto* nº 496/89

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

DA

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS

NT

José Antonio Arantes Salles

ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E DO TRABALHO
EM AMBIENTE DE COMANDO NUMÉRICO

Dissertação apresentada ao Curso
de Pós-Graduação da EAESP/FGV.
Área de concentração: Administração da Produção e Sistemas de Informação, como requisito para obtenção de título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Wolfgang Schoeps

SÃO PAULO
1989



DEDICATÓRIA

A todos aqueles que
direta ou indiretamente,
colaboraram para a
realização deste
trabalho.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Wolfgang Schoeps, pela orientação, sem a qual não teria sido possível a conclusão deste trabalho.

À Universidade Metodista de Piracicaba, pelo apoio e confiança a mim dedicados.

Aos colegas do Centro de Tecnologia da UNIMEP, pela amizade e incentivo.

Aos professores Kurt Weil e Valter Delázaro pelas valiosas considerações feitas durante o exame geral da área.

À Soraya e Jorge, pelos trabalhos de datilografia inicial e final, respectivamente.

À minha família, por todo seu amor.

ÍNDICE

	Página
INTRODUÇÃO	01
CAPÍTULO 1 - MFCN: CONCEITUAÇÃO, HISTÓRICO E DIFUSÃO	10
1.1. Conceituação e desenvolvimento das MFCN ..	11
1.2. Difusão das M.F.C.N. no Brasil	21
CAPÍTULO 2 - ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO EM AMBIENTE DE COMANDO NUMÉRICO	35
2.1. Flexibilidade e produtividade	40
2.2. Integração e produtividade	48
2.3. Novas técnicas de gestão da produção	51
2.3.1. MRP-II	52
2.3.2. Kanban	54
2.4. Novas formas de automação	55
2.4.1. Linha de Fabricação Rígida-LFR	56
2.4.2. Linha Assíncrona de Montagem-LAM ..	58
2.4.3. Linha Integrada Flexível-LIF	60
CAPÍTULO 3 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO EM AMBIENTE CN.	65
3.1. Aspectos gerais da organização do trabalho	65
3.2. Automação e evolução da organização do trabalho no Brasil	69
3.3. A introdução de M.F.C.N. no Brasil e a organização do trabalho	78
CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES	88
BIBLIOGRAFIA	105

SALLES, José Antonio Arantes. Organização da produção e do trabalho em ambiente de comando numérico. São Paulo, EAESP/FGV, 1989. p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação da EAESP/FGV, Área de Concentração: Administração da Produção e Sistemas de Informação).

RESUMO: Trata das modificações ocorridas na organização da produção e na organização do trabalho em função da introdução de tecnologia de base microeletrônica em empresas industriais. Estas modificações são associadas aos fatores econômicos, políticos e sociais que as determinam, a partir de uma dada base tecnológica potencial. No estudo da situação brasileira dá-se ênfase à introdução e difusão de máquinas-ferramenta de comando numérico, bem como aos possíveis impactos causados por este processo.

Palavras-chaves: Automação - Brasil - Comando Numérico - Máquinas-Ferramenta - Microeletrônica - Produção - Trabalho - etc...

I N T R O D U Ç Ã O

A automação industrial é um fenômeno presente na nossa sociedade desde antes da revolução industrial. Até o início da década de 60, no entanto, a base técnica da automação era predominantemente eletro-mecânica.

A automação até então trilhava os caminhos abertos pela divisão do trabalho, que através da simplificação das operações permitiu a criação/utilização de equipamentos que substituíssem e/ou complementassem o trabalho humano.

Esta base técnica, entretanto, apresenta características de dedicação e rigidez. Esta situação, embora não afete muito significativamente as indústrias de fluxo contínuo, não se adequa completamente às indústrias do tipo intermitente, principalmente na produção de lotes pequenos ou médios.

Com o advento da microeletrônica, a miniaturização de componentes promove uma grande redução do custo de processamento de informações e possibilita o desenvolvimento de máquinas diferentes e complementares (Máquinas-Ferramenta de comando Numérico - M.F.C.N., robôs, etc.). Estas máquinas, baseadas numa concepção integrativa do sistema informativo ao sistema produtivo, permitem grande facilidade de reprogramação e conseqüentemente alta flexibilidade.

No caso das M.F.C.N., a produção de uma peça ou componente ocorre mediante informação graduada e numericamente codificada, podendo ser controlada por computador (Comando Numérico Computadorizado - CNC).

Os robôs são equipamentos controlados por microprocessadores capacitados a realizar tarefas com alta precisão, podendo movimentar peças, manipular ferramentas ou montar equipamentos.

Os sistemas CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), a partir de uma base de dados comum permitem, através do computador, integrar o projeto e a fabricação de peças, propiciando a centralização do gerenciamento da empresa.

A microeletrônica, portanto, propicia um salto qualitativo na base técnica dos equipamentos industriais, abrindo novas perspectivas para a automação industrial.

O processo de introdução de equipamentos microeletrônicos nas empresas não se dá simplesmente pela substituição das máquinas convencionais ou dos trabalhadores. Ocorre todo um processo de reorganização da produção e do trabalho concomitantemente à introdução destas novas tecnologias.

O primeiro objetivo deste trabalho, então, é o de traçar um perfil das modificações mais significativas que tem ocorrido, a nível da organização da produção e do trabalho, a partir da introdução da tecnologia microeletrônica no processo produtivo.

Ao se estudar a utilização de determinada tecnologia pelas indústrias, nota-se uma tendência de se apresentar esta tecnologia como decorrência única do desenvolvimento científico. Considera-se desta forma, a tecnologia como independente de fatores econômicos, políticos e sociais.

O posicionamento adotado neste trabalho, é o de que não há um determinismo tecnológico, ou seja, a sociedade utiliza a tecnologia que lhe convém por razões de ordem política, econômica e social; a partir de uma dada base tecnológica potencial, cujo próprio desenvolvimento também é afetado pelas variáveis anteriores.

Não se pretende, no entanto, defender a posição oposta, ou seja, de um determinismo puramente social. Aceita-se a existência de uma componente tecnológica de origem tecnocientífica.

Procura-se, portanto, evitar a compreensão do fenômeno da automação a partir de uma redução puramente ideológica. Desta forma, entende-se que a associação entre a tecnologia e a forma organizacional da produção e do trabalho dentro de uma empresa é um vetor resultante da interação dos diversos organismos sociais, ou seja: governo, empresários, sindicatos, etc.

O segundo objetivo, é o de procurar identificar estas determinações a partir das transformações ocorridas na organização da produção e do trabalho quando as empresas passam a adotar a tecnologia de base microeletrônica.

Como se pretende identificar algumas especificidades referentes ao Brasil, onde a disseminação de equipamentos industriais de base microeletrônica ainda é pequena, optou-se por privilegiar dentre as diversas máquinas que incorporam a microeletrônica, as M.F.C.N. Esta opção é determinada pelo fato destes serem os equipamentos com componentes microeletrônicos mais difundidos no país.

Pretende-se, portanto, desenvolver uma dissertação de análise teórica, a partir das críticas aos modelos de de-

terminismo tecnológico e social, e baseada nas posições explicitadas anteriormente. Para tanto, recorre-se à análise da literatura pertinente ao assunto, à dados obtidos em publicações especializadas, às pesquisas realizadas sobre a questão e à documentos e visitas em empresas que adotaram algumas inovações tecnológicas e organizacionais.

Procurando atender estes objetivos, no primeiro capítulo desenvolve-se a conceituação do que vem a ser uma máquina-ferramenta, passando-se a seguir a um histórico, a nível mundial, da evolução do C.N.

Na análise descritiva do C.N., quando se apresenta seus componentes funcionais, dá-se especial importância à entradas de dados, visto que é esta unidade a responsável pela comunicação entre o operador e a máquina e, portanto, de fundamental importância para a compreensão de um dos quesitos fundamentais do terceiro capítulo, quando trata da qualificação profissional associada à nova tecnologia.

A segunda parte do primeiro capítulo trata da difusão das M.F.C.N. no Brasil. Baseia-se em pesquisas efetuadas por TAUILLÉ (1), MACHLINE et alii (2) e SENAI/SP (3) sobre a questão.

(1) TAUILLÉ, José R. Microeletrônica, automação e desenvolvimento econômico: o caso das máquinas-ferramenta com controle numérico no Brasil. Tese de Doutorado, New School for Social Research, Nova Iorque, 1984.

(2) MACHLINE, Claude et alii. Máquinas-ferramenta de controle numérico: efeitos administrativos de sua introdução na indústria nacional. Revista de Administração de Empresas. Rio de Janeiro, 22(2): 5-21, abr./jun.1982.

(3) SENAI/SP. Relatório parcial do projeto Inovação Tecnológica e Formação Profissional. São Paulo, 1985.

Traça-se, então, um perfil do usuário de M.F.C.N. no Brasil, incluindo as razões que levaram as empresas a adotar esta tecnologia, as expectativas de resultados e as dificuldades encontradas. Destaca-se, inclusive, algumas contradições entre a introdução da M.F.C.N. e preparação das empresas para a sua utilização, principalmente no tocante às questões essenciais deste trabalho, ou seja, organização da produção e do trabalho.

A partir destes dados desenvolve-se, em aspectos gerais, os fatores econômicos, sociais e políticos que determinam a difusão de M.F.C.N. no país, bem como aqueles que impõem limitações à aceleração desta difusão.

O segundo capítulo trata mais especificamente a organização da produção em ambiente de C.N. Destaca-se aqui as M.F.C.N. como sendo pertencentes a um dos grandes grupos de inovações baseadas na microeletrônica, ou seja, o de máquinas responsáveis pelos meios de operação. Além deste grupo, descreve-se também, os de meio de transferências e aquele li-gado à informatização da geração, recepção e controle das informações no fluxo de produção.

A seguir é feita uma caracterização dos meios de produção existentes para, em função disto, descrever-se as situações de integração e flexibilidade associadas principalmente à M.F.C.N.

Dedica-se, posteriormente, uma parte do capítulo à dicotomia, produtividade e flexibilidade, e como a nova base técnica colabora na superação desta problemática. Apresenta se, ainda, fatores organizacionais que auxiliam esta superação, que podem ser exemplificados pela aplicação da Tecnologia de Grupo - T.G. A partir da definição de T.G. e de modi

ficações associadas à necessidade de flexibilidade, conceitua-se o que vem a ser sistema flexível de manufatura - S.F.M.

Posteriormente, cita-se algumas perspectivas sobre a situação européia, em especial, sobre a diferenciação entre as novas linhas de fabricação e as linhas fordistas tradicionais do tipo "transfer".

A segunda parte deste capítulo refere-se à integração do processo produtivo ligada à automação, desde a fase de projeto até a confecção do produto final.

Na parte subsequente, trata-se de novas técnicas ou gestão da produção, ou seja, Kanban e MRP-II. Procura-se caracterizá-las, definir seu potencial de aplicação e, embora tenham origem em conceitos diversos, a sua possível complementariedade.

A quarta parte deste capítulo procura traçar, a partir das inovações tecnológicas e organizacionais, uma tipologia das novas formas de automação a partir de modelos propostos por CORIAT (4). Esta classificação obedece critérios de utilização de novos equipamentos produtivos, de tratamento das informações e de novas formas organizacionais da produção e do trabalho. Apresenta-se, assim, a Linha de Fabricação Rígida - L.F.R., a Linha Assíncrona de Montagem - L.A.M. e a Linha Integrada Flexível - L.I.F.

(4) CORIAT, Benjamin. Automação programável: novas formas e conceitos de organização da produção. In: Schinitz, Hubert; Carvalho, Ruy de Quadros (org.). Automação, competitividade e trabalho: A experiência internacional. São Paulo, Hucitec, 1988. p.13-61.

Para cada uma destas formas de organização da produção, procura-se distinguir até onde se mantêm as lógicas organizacionais anteriores e onde se pode detectar modificações inovadoras. Delimita-se, também, as inovações que são provocadas apenas pelo cunho tecnológico e aquelas que apresentam novidades organizacionais, sejam elas restritas à organização da produção, ou abrangendo também novas relações de trabalho. Procura-se caracterizar as limitações do taylorismo e do fordismo dentro destas inovações.

Em todo o capítulo, procura-se delinear as relações entre as modificações ocorridas na organização da produção com os fatores de ordem econômica, política e social, de forma a se atender aos objetivos expressos nesta introdução.

O terceiro capítulo procura estudar a organização do trabalho a partir da organização da produção. Parte do entendimento, portanto, de que a organização do trabalho é influenciada pelas características associadas a uma determinada forma de produção. Porém, não vincula totalmente o fator organizacional ao tecnológico, de tal forma a permitir uma visão totalmente determinadora de um sobre o outro.

Parte-se ainda de uma relação de dependência econômica, que desloca o eixo de grande produção ao menor custo possível para as exigências de qualidade e flexibilidade que, por consequência, influenciam a organização do trabalho.

Dentro deste contexto, procura-se entender as inovações na organização do trabalho que, se por um lado procuram diminuir a ação humana sobre o ritmo e qualidade do trabalho, por outro criam formas organizacionais baseadas na co-
operação.

A partir desta visão traça-se um breve perfil comparativo entre o taylorismo, o enriquecimento de cargos e os grupos semi-autônomos, procurando-se, em sequência, discutir os padrões de utilização da mão de obra no Brasil. Modificações neste padrão, ocorridos no final da década de setenta, são associadas às possibilidades e limitações delineadas pela nova base técnica.

Sobre a situação nos anos setenta, utiliza-se basicamente dos resultados obtidos por FLEURY (5), em pesquisa sobre a organização do trabalho, contrastando-se com os resultados obtidos por FLEURY (6), CARVALHO (7) e MARQUES (8), sobre a organização do trabalho nos anos oitenta.

Esta discussão é remetida para a introdução de M.F.C.N. nas empresas brasileiras, baseando-se principalmente em pesquisas elaboradas por MACHLINE et alii (9), TAUILLE (10) e SENAI-SP (11).

-
- (5) FLEURY. Afonso Carlos Correa. Produtividade e organização do trabalho na indústria. *Revista de Administração de Empresas*, Rio de Janeiro, 20(3):19-28, jul/set. 1980.
 - (6) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Organização do trabalho na indústria: recolocando a questão nos anos 80. In: Fischer, R.M.; Fleury, M.T.L. (org.). *Processo e relações de trabalho no Brasil*. São Paulo, Atlas, 1985. p.51-66.
 - (7) CARVALHO, Ruy de Quadros. *Tecnologia e trabalho industrial*. Porto Alegre, L & PM, 1987.
 - (8) MARQUES, Rosa M. Automação microeletrônica e organização do trabalho - um estudo de caso na indústria automobilística brasileira. Dissertação de Mestrado, PUC / SP, 1987.
 - (9) MACHLINE, Claude et alii. Op. cit., p.5.21.
 - (10) TAUILLE, José R. Op. cit.
 - (11) SENAI/SP. Op.cit.

Tomando-se por base os dados levantados nestas pesquisas, discute-se a questão da qualificação/desqualificação associada à disseminação de M.F.C.N. no Brasil, relacionada ao desaparecimento, criação e transformação de funções produtivas. Outro aspecto discutido, é o da influência das M.F.C.N. sobre o volume do emprego, em função das características específicas envolvidas num país como o Brasil, apesar do caráter ainda incipiente quanto à amplitude da difusão de M.F.C.N. no país.

O quarto e último capítulo procura sintetizar as posições e conclusões expressas nos capítulos anteriores, de tal forma a se formar um quadro das relações de determinação dos fatores econômico, social e político associados a introdução de tecnologia microeletrônica nas empresas.

CAPÍTULO 1

MFCN: CONCEITUAÇÃO, HISTÓRICO E DIFUSÃO

Este capítulo procura desenvolver sucintamente uma conceituação do que vem a ser uma MFCN, bem como descrever um histórico de seu desenvolvimento. Essas conceituações se fazem necessárias na medida em que o objetivo deste trabalho restringe-se ao estudo da reorganização da produção e do trabalho a partir da introdução deste equipamento nas indústrias, em particular no parque industrial brasileiro.

Assim, na primeira parte deste capítulo, procura-se descrever sinteticamente um histórico a nível mundial da evolução do comando numérico, especialmente quando acoplado às máquinas-ferramenta. Posteriormente, objetiva-se definir algumas funções básicas e mecanismos de funcionamento das MFCN. Apresenta-se, ainda, algumas das novas tendências de utilização das MFCN a partir do desenvolvimento da microeletrônica.

Na segunda parte do capítulo, procura-se demonstrar o processo de disseminação das MFCN no Brasil, tentando relacionar este processo com suas causas e possíveis consequências, a partir de pesquisas realizadas no Brasil sobre a difusão desta nova tecnologia. Estas relações são analisadas a partir da hipótese básica deste trabalho, que é a interação

das variáveis econômica, política e social sobre a base técnica utilizada na produção.

1.1. CONCEITUAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS MFCN

As MFCN surgem em função de exigências de usinas de alta precisão em peças de geometria complexas. A idéia básica era a de substituir máquinas-ferramenta convencionais por máquinas que pudessem seguir um modelo matemático de geometria através de uma série de informações numéricas. Como os sistemas mecânicos de movimento das máquinas não podem ser comandados diretamente através de números, foi necessário introduzir uma unidade eletrônica de comando que recebe o programa da peça e o traduz em comandos para os motores da máquina. MACHADO (12) assim define o Comando Numérico:

"O Comando Numérico é um equipamento eletrônico capaz de receber informações por meio de entrada própria, compilar estas informações e transmiti-las em forma de comando à máquina operatriz, de modo que esta, sem a intervenção do operador, realize as operações na sequência programada".

(12) MACHADO, Aryoldo. Comando numérico aplicado a máquinas-ferramenta. São Paulo, Icone, 1986. p.21.

O Comando Numérico, ainda segundo Machado, começou a se desenvolver em 1949, no laboratório de Servo-Mecanismos do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (M.I.T.), associado à U.S. Air Force e à Parsons Corporation of Traverse City de Michigan. O trabalho inicial consistiu na adaptação de uma fresadora de 3 eixos Hydrotel, da Cincinnati Milling Machine Company, cujos controles de copiagem foram removidos e substituídos por equipamento de comando numérico.

Inicialmente, o grande fator que gerou este desenvolvimento do comando numérico, principalmente para a indústria aeronáutica, foi a necessidade de um alto padrão de qualidade. A demonstração da praticabilidade do experimento ocorreu em 1952 e o relatório final é apresentado em 1953.

Este fator, ou seja, a demonstração da viabilidade do comando numérico, associa-se ao desenvolvimento de trocadores automáticos de ferramentas em 1956 e, a partir de 1957, inicia-se o desenvolvimento de máquinas próprias, e não adaptações, dotadas de comando numérico. MACHLINE et alii (13) relatam que em 1958 no M.I.T. houve a demonstração de uma nova máquina, parecida com uma fresadora vertical convencional, que a partir de uma chapa fabricava um cinzeiro, sem a intervenção do operador, a não ser para a alimentação inicial e para a retirada do produto final. Este modelo experimental realizava uma série de operações de usinagem em configurações geométricas complexas, sem intervenção humana. Uma fita perfurada introduzia as instruções de caráter geométrico (posicionamento, por exemplo) e tecnológico (velocidade, etc.).

(13) MACHLINE, Claude et alii. Op. cit., p. 15.

Assim, comando numérico é um equipamento eletrônico que permite a automação das operações de fabricação, levando a um aumento de produtividade, com alto grau de qualidade, dispensando a ação do operador, que limita-se às tarefas de alimentação e retirada do produto final.

Uma das unidades do comando numérico é a de recepção de informações. A introdução dos dados pode ser realizada por fitas, discos, cassetes ou diretamente através de uma central de computação.

As informações necessárias para os processos de fabricação de uma peça são armazenadas em um programa que contém as informações de controle na forma de códigos alfa-numéricos. Dispositivos permitem a introdução de fatores de correção no programa. As informações contidas no programa e os fatores de correção, são decodificados pela unidade de controle e processados depois da separação dos dados geométricos e tecnológicos.

Uma análise descritiva do comando numérico mostra que os dados geométricos providenciam as informações necessárias à movimentação das ferramentas para a obtenção da geometria desejada. Dados tecnológicos tratam da troca de ferramentas, velocidades de corte, etc. As instruções são analisadas e transformadas em sinais de controle apropriados ao dispositivo específico que se quer utilizar. A conexão tem mecanismos de segurança que não permitem operações que possam colocar em risco a máquina ou o operador. Até o desgaste do ferramental pode ser corrigido através de ajustes nos dados geométricos. A Figura 1.1 mostra o fluxo de informações no comando numérico.

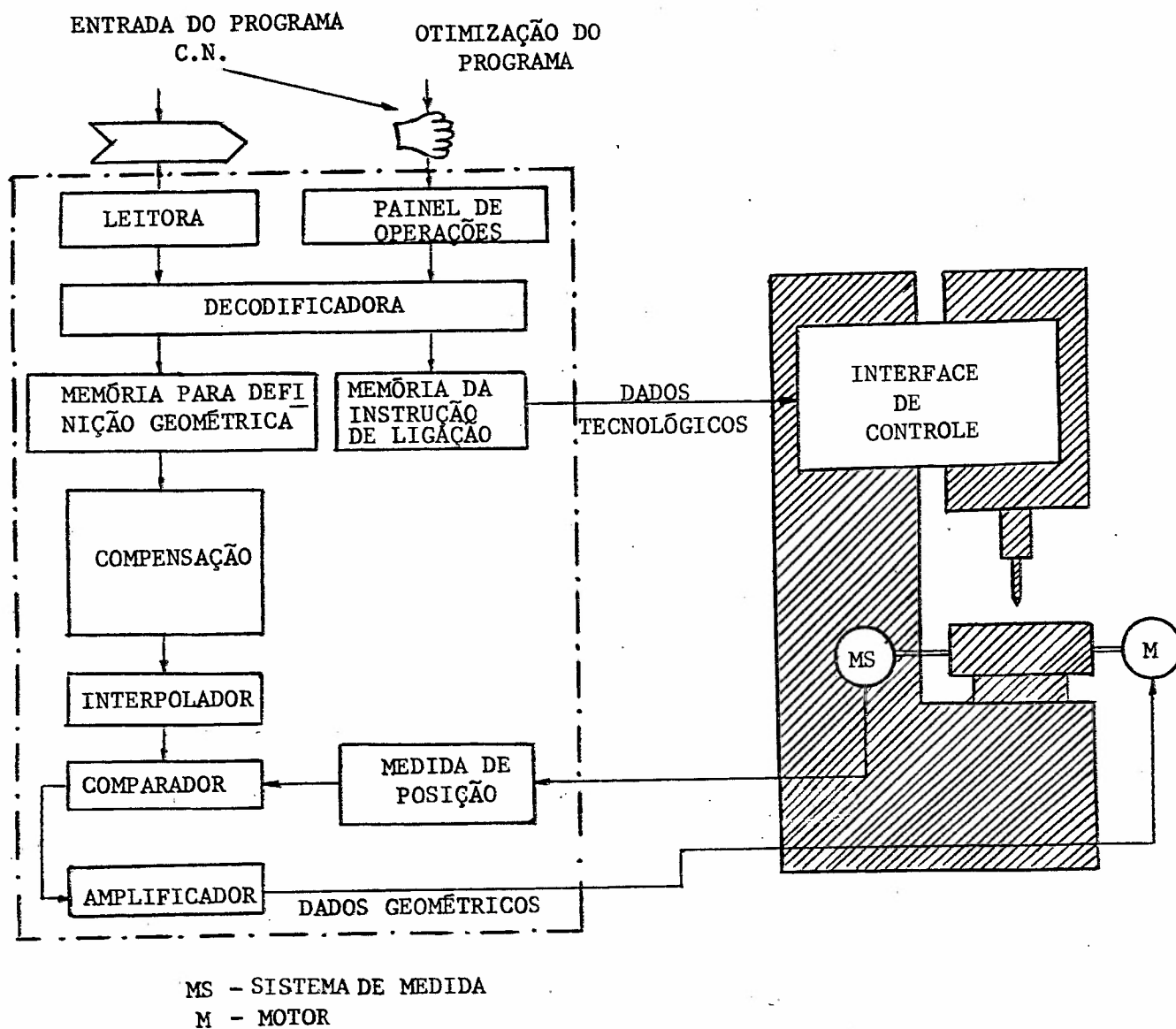


Figura 1.1. Diagrama do fluxo de informações no comando numérico. Adaptada de Weck, Manfred. *Handbook of machine tools*, vol. 3. Automation and controls. Inglaterra, Wiley Heiden, 1984. p.127.

A programação de usinagem de um contorno é determinada por um sistema de coordenadas dos pontos inicial e final do contorno e pelo tipo de conexão entre estes pontos, que indica o tipo de movimento necessário (linear, circular, etc).

Esta programação é realizada através de comandos cuja complexidade varia de acordo com o tipo de movimentação. As principais classificações dos tipos de comando são: comando numérico ponto a ponto e comando numérico contínuo.

O comando numérico ponto a ponto, mais simples, permite o posicionamento dentro de intervalos de precisão e repetibilidade previstos, rapidamente, porém, sem uma pré-determinação e consequentemente sem um controle da trajetória. São empregados em máquinas simples onde o requisito suficiente é o posicionamento exato da peça, ou quando se tem a repetição de um grande número de ciclos de operação. As furadeiras se constituem num caso típico. Com o desenvolvimento da microeletrônica, que possibilita dotar os comandos numéricos de mais recursos, este tipo de comando tende a deixar de existir.

O comando numérico contínuo garante além do posicionamento exato, o controle sobre a trajetória, tanto sobre a sua forma quanto sobre a velocidade do avanço.

Alguns autores, ao discutir a classificação dos comandos numéricos admitem, ainda, um terceiro tipo de comando, quando os pontos iniciais e finais são unidos através de uma linha reta. Este tipo de comando é denominado por WECK (14) como comando linear. A Figura 1.2 sintetiza os tipos de comando.

(14) WECK, Manfred. Handbook of machine tools. Vol. 3. Automation and controls. Inglaterra, Wiley, Heiden, 1984. p.128.

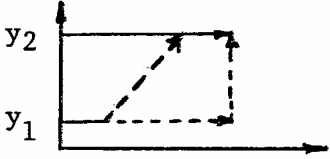
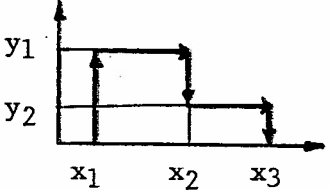
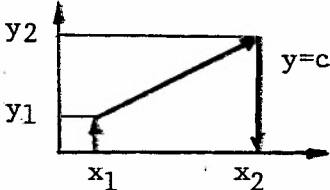
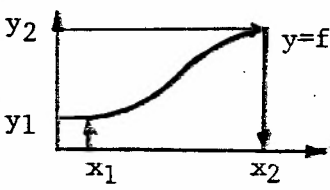
TIPO DE CONTROLE	PROBLEMAS	FERRAMENTA	APLICAÇÃO
Ponto a ponto		Não opera durante a movimentação.	Furação
Linear simples		Opera durante a movimentação	Usinagem paralela ao eixo
Linear c/ interpolação		Opera durante a movimentação	Qualquer ângulo
Contínuo		Opera durante a movimentação	Qualquer contorno

Figura 1.2. Tipos de sistemas de controle.
Adaptada de Weck, Manfred. Handbook of machine tools, vol. 3. Automation and controls. Inglaterra, Wiley Heiden, 1984. p.128.

O desenvolvimento da microeletrônica, aliado à disseminação do comando numérico e às necessidades de uma maior flexibilidade por parte dos usuários, resultaram numa tendência de substituição dos comandos projetados para funções específicas por comandos numéricos computadorizados C.N.C. Esta tendência procura eliminar os custos referentes às adaptações necessárias a cada tipo de aplicação. O C.N.C. incorpora, então, um minicomputador ou microcomputadores, de tal forma que quando se quer acrescentar recursos ao sistema, estes se concretizam na forma de um programa. Estes sistemas hoje tem se mostrado economicamente mais vantajosos que os C.N. especializados. Sobre isto diz MACHADO (15).

"Os Comandos Numéricos com Computador começaram a ser usados por volta de 1970, sendo que hoje é perfeitamente viável e economicamente vantajoso em todos os aspectos".

Ao se analisar o desenvolvimento do comando numérico observa-se, ainda, que é possível conectar diversos MFCN diretamente ligadas a um computador central. Estes sistemas que começaram a ser instalados simultaneamente nos E.U.A. e Japão no final da década de 60 procuram atender particularmente a dois objetivos. Um é a administração centralizada do banco de dados e o outro a automação da entrada de informações. Nas MFCN convencionais os programas são distribuídos à cada máquina de acordo com a sua necessidade. Quando controlados por um computador central os programas armazenados estão prontos para serem transmitidos e utilizados.

(15) MACHADO, Aryoldo. Op. cit., p.28.

Segundo MACHADO (16), o comando numérico controlado por uma unidade central de computador pode atuar de duas formas:

1. Comando Numérico Distribuído: O computador central tem arquivado todos os programas feitos para as máquinas que estão conectadas a ele. Quando o operador requisita o programa é transferido para a memória do C.N.C. e executado como se fosse uma fita.

2. Comando Numérico Direto: Difere do anterior pelo fato do computador central também controlar diretamente cada máquina.

Desenvolveu-se também, a partir da década de 60, o comando numérico adaptativo - C.N.D. Neste caso existe um sistema que integra as funções do CN com a função de correção de uma série de variáveis que possam ter medição contínua. São dotados, portanto, de servomecanismo que fazem a medição, comparação com o modelo e a correção necessária. A Figura 1.3 demonstra este esquema de ação.

Detalhando um pouco mais os componentes do C.N., pode-se visualizar este equipamento como sendo composto, de acordo com MACHADO (17), por cinco unidades:

- Unidade de processamento (calculadora)
- Unidade de força (motores e circuito de acionamento)
- Unidade de ligação (interface)
- Unidade de retorno de informações (feedback)
- Unidade de entrada e saída de dados.

(16) MACHADO, Aryoldo. Op. cit., p. 28-9.

(17) MACHADO, Aryoldo. Op. cit., p. 31.

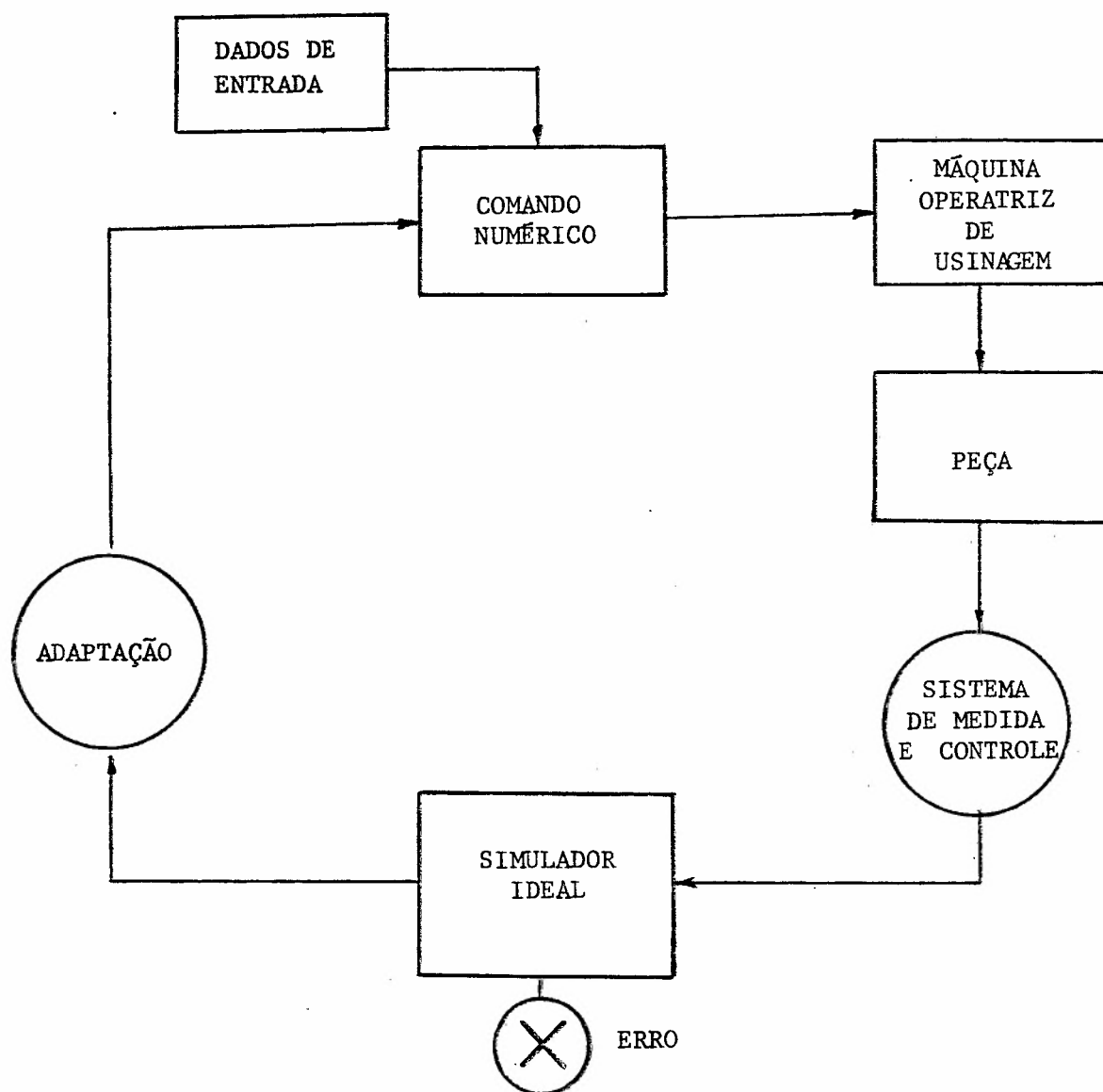


Figura 1.3. Esquema do fluxo de ação de um C.N.A.

Retirada de Machado, Aryoldo. Comando numérico aplicado à máquinas-ferramenta. São Paulo, Icone, 1986. p.29.

A unidade de entrada e saída de dados é de fundamental importância pois é ela que permite a comunicação entre o operador e a máquina. A entrada do programa, como descrita anteriormente, pode se dar através de fita perfurada, fita ou disco magnético ou ainda diretamente pelo computador, seja de forma distribuída ou não. Para exemplificar este processo vejamos o caso da fita perfurada, que é um dos principais meios de acesso ao C.N.

Primeiramente, deve-se considerar que é necessário uma padronização em função do intercâmbio entre o grande número de fabricantes e usuários. A padronização para esse sistema foi regulamentada em 1961 pela Electronics Industries Association - E.I.A., através da instrução RS-244, que viria a ser modificada em 1967 pela RS-244A (DIN 66016). A codificação adotada pela norma ISO foi regulamentada pela RS-358.

Esta fita padronizada com uma polegada de largura apresenta 8 canais de perfuração e 1 canal de arraste. Os canais de perfuração são responsáveis pelas informações e o canal de arraste não representa nenhuma informação. O dígito de informação é escrito em uma linha que comporta, portanto, no máximo 8 furos, além do furo de arraste, no sentido perpendicular ao dos canais. O furo de arraste é menor e está compreendido entre os canais 3 e 4.

As informações são introduzidas e executadas em bloco, ou seja, a máquina só inicia uma função determinada em um bloco após ter executado todos os comandos do bloco anterior.

No C.N. os códigos utilizam-se do sistema binário. Para compor qualquer número utiliza-se os dígitos 0 e 1 combinados com potência de 2. No C.N. se associa o número um ao furo na fita e o número zero à ausência de furo.

A introdução de informações no C.N. através de fita perfurada exemplifica um caso de programação automática de M.F.C.N. Esta programação poderia ainda se dar de forma manual. A programação manual pode se dar através de uma atuação direta na interface ou na unidade de força do C.N., resultando numa ação direta. Pode ainda, manualmente, se dar através da introdução de um programa. No primeiro tipo de programação manual normalmente executam-se funções como ligar o motor, ligar fluído de corte, etc. No segundo tipo pode-se realizar todas as funções da programação automática, ou seja, as informações que estariam contidas em uma fita são introduzidas manualmente.

Após essa descrição mínima da conceituação, histórico e desenvolvimento do comando numérico, a segunda parte do capítulo tratará do processo de difusão das M.F.C.N. no Brasil.

1.2. DIFUSÃO DAS M.F.C.N. NO BRASIL

A introdução e respectiva disseminação de M.F.C.N. no Brasil está associada a um movimento de transformação da base técnica da economia brasileira, como consequência de sua vinculação à dinâmica atual do capitalismo mundial.

A capacidade de geração de tecnologia, quando se comparam países desenvolvidos e em desenvolvimento, sem dúvidas é assimétrica. Deve-se compreender no entanto que a partir de uma interdependência das economias industriais ocorre um processo de reorganização espacial da produção industrial, principalmente através das empresas multinacionais. Portanto,

a inserção do Brasil dentro da divisão internacional do trabalho não é determinada exclusivamente por uma dotação de fatores locais ou por políticas de desenvolvimento econômico de caráter nacional. Existe uma associação com a própria estratégia de divisão do trabalho dentro das empresas multinacionais. Esta associação contribui para o repasse e/ou utilização de tecnologia a indústrias locais para a produção de bens de consumo mundial. Sobre isto diz MICHALET (18):

"O processo de deslocamento da produção não pode ser dissociado da transferência de tecnologia. Na verdade, as empresas multinacionais se tornaram o principal veículo desta. Segundo as estimativas de relatórios americanos o valor da tecnologia transferida internacionalmente pelos canais de investimentos diretos, das joint-ventures e das firmas locais com participação estrangeira já supera o montante relativo aos procedimentos tradicionais-licenças e patentes. A difusão da tecnologia se realiza mediante a sua incorporação em bens de capital, em missões técnicas, em normas de gestão adotadas pelas filiais e na própria construção da fábrica".

Esta situação, no entanto, é caracterizada mais intensamente nesta última década e conseqüentemente as altera

(18) MICHALET, Charles-Albert. O capitalismo mundial. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1984. p.204.

ções da base técnica da economia brasileira, com especial destaque para os equipamentos microeletrônicos, ainda são incipientes. Vivemos uma fase de transição para a nova tecnologia que se caracteriza por um baixo grau de difusão, com maior concentração na indústria metal-mecânica e de materiais de transporte. Em pesquisa sobre os efeitos administrativos das M.F.C.N. na indústria nacional, MACHLINE et alii (19) destacam em suas conclusões que:

"A decisão de adquirir máquinas foi muitas vezes favorecida pela perspectiva de receber vultosos contratos governamentais nos campos de transporte coletivo, geração hidrelétrica, aeronáutica e armamentos".

Pesquisas realizadas sobre a questão apontam ainda para uma utilização do comando numérico em pontos estratégicos do complexo produtivo, com a finalidade de solucionar problemas específicos, tais como melhoria da qualidade, redução de estoques, etc.

No caso específico da introdução de M.F.C.N. no Brasil, apesar de sua existência ter sido constatada desde a década de 60, sua difusão em maior escala só começa a ocorrer na década de 70. Segundo TAUILLE (20) em 1972 foi vendido a primeira M.F.C.N. fabricada no país, um torno convencional produzido pela ROMI- empresa de capital nacional e adaptado para

(19) MACHLINE, Claude et alii. Op. cit., p.14.

(20) TAUILLE, José R. Op. cit., p. 52.

funcionar com comando numérico. Só a partir de 1975 é que a ROMI voltaria a fabricar e comercializar M.F.C.N. A partir de 1984 o processo de difusão de unidades C.N.C. acelera - se bastante, prevendo-se que até o final de 1988 o número de unidades instaladas atinja mais de 4.000 equipamentos. A Figura 1.4 apresenta o número de unidades C.N.C. no Brasil, por ano de instalação.

A seguir, procura-se traçar um perfil do usuário de M.F.C.N. no Brasil, a partir dos dados obtidos em pesquisas realizadas por TAUILLE (21) e MACHLINE et alii (22).

Com relação ao tamanho das empresas usuárias, medido pelo número de empregados, é característica a concentração da utilização de M.F.C.N. nas empresas de maior porte. Segundo TAUILLE (1984: 61) 42% das empresas usuárias tem mais de 1.000 empregados, 24% tem entre 500 e 1.000, 22% de 100 a 500 e apenas 7% tem menos de 100 funcionários. Estes dados, no geral, estão de acordo com pesquisa realizada por MACHLINE et alii (1982: 6) que constata um percentual de 80% para empresas com 501 funcionários ou mais, 16,7% para empresas com 101 a 500 e apenas 3,3% para aquelas com até 100 empregados. Caso as pesquisas citadas acima tivessem tomado como base o número de M.F.C.N. instaladas, é possível que os números representassem uma maioria ainda mais expressiva para as empresas de grande porte, caracterizando-as, assim, como as maiores usuárias de M.F.C.N. no Brasil.

(21) TAUILLE, José R. Op. cit.

(22) MACHLINE, Claude et alii. Op. cit.

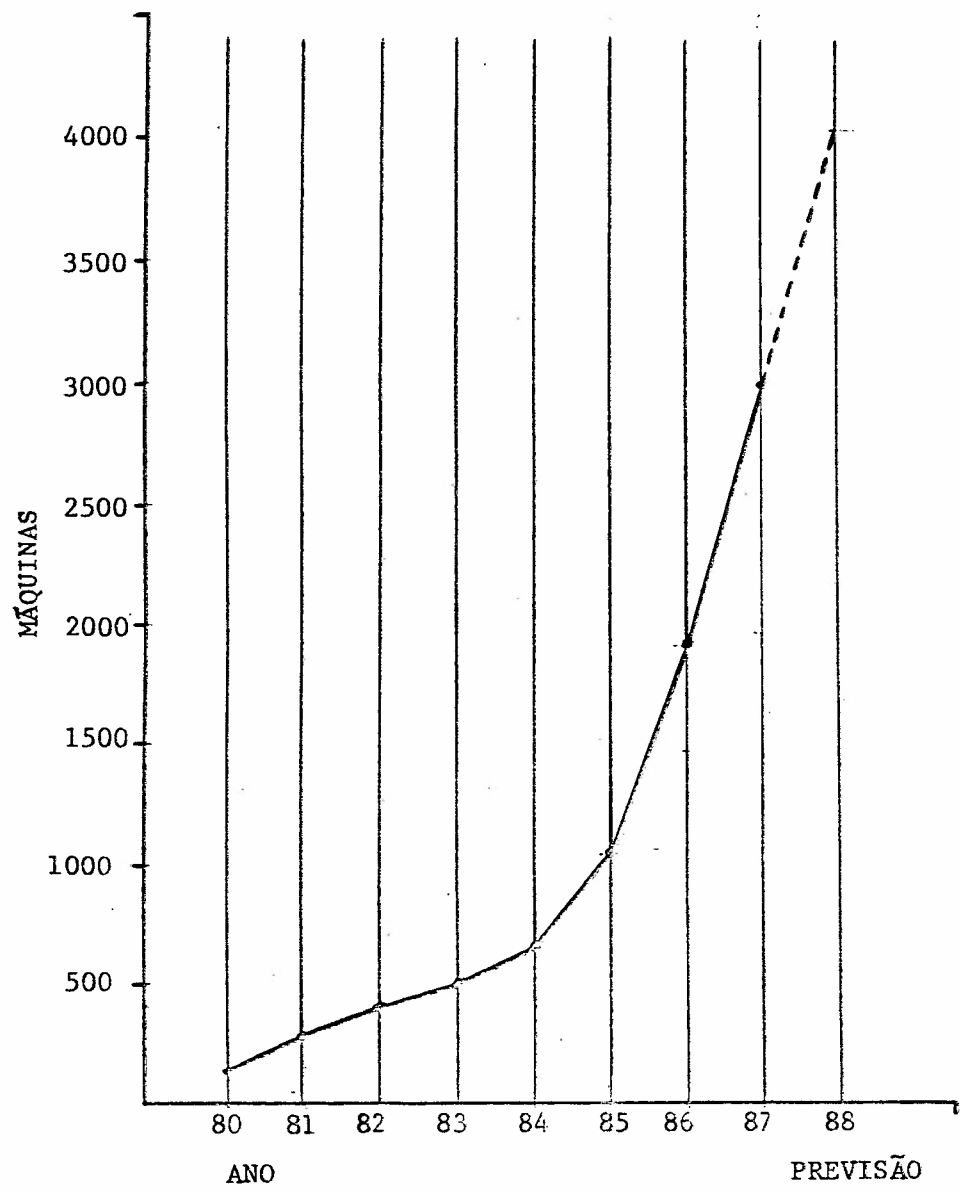


Figura 1.4. Mercado brasileiro - Máquinas Nacionais. Unidades vendidas - Acumulado.
Retirada de SOBRACOM. Boletim Ano IV, N°s 37/38.
São Paulo, 1988. p.42.

Uma das explicações que auxiliam o entendimento desta situação é o custo de investimento com a aquisição e operação desta nova tecnologia, que faz com que sua utilização fique mais restrita ao âmbito das grandes empresas.

Um outro aspecto que procura caracterizar o usuário de comando numérico é o controle acionário das empresas que se utilizam dessa tecnologia. Os resultados obtidos nessas pesquisas quanto a este ponto também se mostram bastante próximos. De acordo com TAUILLE (1984: 60) 62% destas empresas são controladas por capital estrangeiro. No mesmo sentido MACHLINE et alii (1982: 6) indicam um percentual de 60%. Estes dados parecem contribuir para a idéia de uma homogeneização das técnicas produtivas, a partir da internacionalização da produção sob o enfoque do capitalismo mundial, através das empresas multinacionais.

Com relação à classificação das empresas por sua posição setorial de ramo de atividades temos os seguintes dados, 60% na área mecânica, 16,6% na de materiais de transporte, 7% em metalurgia e 5% em material elétrico (vide TAUILLE (1984: 62). MACHLINE et alii verificaram uma distribuição de 46,7% na área mecânica, 20% na de material de transportes, 13,3% na Metalurgia, 13,3% na Eletro-eletrônica e 6,7% na de produtos químico-farmacêuticos.

Quanto às razões que levaram estas empresas a adotarem esta tecnologia, nota-se uma variada gama de indicações, incluindo questões de ordem técnica e de caráter econômico. No entanto, o que ambas pesquisas demonstram é que não houve por parte da grande maioria das empresas, um estudo aprofundado sobre a viabilidade econômica de implantação destes novos equipamentos. Também parece não ter havido um acompanhamento satisfatório dos resultados da implantação.

Assim, nota-se que as razões da decisão do investimento baseou-se mais nas potencialidades da nova tecnologia, a partir de dados fornecidos pelos fabricantes de M.F.C.N. ou pela literatura existente acerca de M.F.C.N. a que os usuários tenham tido acesso, do que em projetos específicos desenvolvidos pelas próprias empresas. É de se notar ainda que 14,3% das empresas, segundo MACHLINE et alii (1982: 7), decidiram-se pela implantação por orientação da matriz, recolocando-se, novamente, a questão da internacionalização das técnicas de produção.

Algumas respostas de empresas usuárias mostraram-se contraditórias com alguns princípios geralmente adotados como recomendados nas literaturas específicas sobre o assunto. Assim é que 21,4% das empresas, segundo MACHLINE et alii (1984: 7), optaram por M.F.C.N. visando um aumento de produtividade. No entanto, a maioria das empresas consultadas relataram que não ocorreram adaptações administrativas em função das M.F.C.N., seja no planejamento e controle da produção, na gestão de estoque e suprimentos ou no controle de qualidade. Acontece que a eficiência na introdução destas novas tecnologias está diretamente ligada à reorganização da produção. Para se obter resultados favoráveis então, é necessário aliar a nova base técnica a novos padrões de organização da produção e do trabalho, o que não parece que tenha ocorrido na maioria das empresas usuárias de M.F.C.N. no Brasil. O caráter introdutório e incipiente da introdução de M.F.C.N., muitas vezes com apenas uma ou poucas máquinas, amenizam esta problemática. A questão da união de uma nova base técnica com implicações sobre a tecnologia organizacional das empresas será desenvolvida posteriormente nos dois próximos capítulos.

De forma geral, as razões que levam as empresas a adquirirem M.F.C.N., e os benefícios referentes à sua utilização enquadram-se dentro das expectativas e resultados previstos. Neste particular destacam-se os aspectos referentes à qualidade, especialmente no tocante à complexidade e precisão das peças, principalmente quando se pretende atingir o mercado internacional.

A produtividade, embora com as restrições expostas anteriormente, destaca-se principalmente quando associada ao caráter de flexibilidade de nova tecnologia e, em especial, quando se trabalha com pequenos lotes.

É apontado ainda, como fator favorável, a menor dependência de torneiros, fresadores, etc, qualificados pelas características de não interferência dos operadores no processo de produção e também pela possibilidade de um maior controle sobre este processo.

Diversos fatores, portanto, devem ser levados em consideração na avaliação dos objetivos e resultados da implantação de uma nova tecnologia. Dentre estes pode-se destacar o desconhecimento dos custos associados à inovação, necessidades de adaptações administrativas e instabilidade do mercado, cuja conjuntura econômica muitas vezes é mais determinante nos resultados da empresa do que sua competência organizacional. Todas essas questões tornam difícil essa avaliação. A eficiência da automação depende portanto de uma série de variáveis que vão desde a situação econômica mais geral até a necessidade de se encontrar formas de mediação dos conflitos existentes dentro da organização, que não são, automaticamente, extintos pela substituição do operário qualificado e pelo aumento do controle sobre a fábrica a partir dos escritórios.

A principal razão, no entanto, para a introdução e disseminação de M.F.C.N. parece ser a primeira, seja a inserção do país dentro de um quadro geral de reorganização espacial da produção a nível mundial. Segundo MICHELET (23), o fenômeno de dependência mútua nas economias industriais está associado a uma reorganização espacial da produção industrial. Para este autor, as empresas multinacionais, sediadas em países desenvolvidos, não se limitam apenas a vender no exterior uma parcela crescente de seus produtos. Elas deslocam também o seu aparelho produtivo. Desse movimento de internacionalização da produção, que se superpõe ao do intercâmbio comercial, resulta que os espaços econômicos nacionais não mais coincidem com os territórios políticos. Este fato implica em que os princípios da divisão internacional do trabalho sejam modificados, assim como a dotação de fatores de cada país, responsável pela sua posição frente à produção e ao comércio internacional. O fenômeno da internacionalização econômica através da exportação de capitais associa-se à internacionalização do próprio processo de produção.

A empresa multinacional, desta forma é figura chave no processo de implementação de novas tecnologias nos países periféricos. Apesar de poder ser encarada como uma unidade organizacional, ela não suprime as disparidades nacionais onde atua, embora não se apoie totalmente nestas disparidades. Utiliza mão de obra barata - utilização das disparidades, e homogeneiza as técnicas de produção-negação das disparidades. Quanto a estas questões diz MULLER (24):

(23) MICHALET, Charles-Albert. Op. cit.

(24) MÜLLER, Geraldo. Introdução à economia mundial contemporânea. São Paulo, EDUC/ÁTICA, 1987. p.76.

"Mais recentemente ainda, a partir da última década, desenha-se uma estratégia de divisão do trabalho dentro das companhias transnacionais a nível global, redirecionando a acumulação de capital para o aproveitamento das vantagens comparativas dinâmicas e para os ganhos do comércio internacional. Manifestações dessa estratégia seriam tanto a intensificação relativa do repasse de tecnologia e convênios tecnológicos a indústrias locais como a produção de bens de consumo mundial com itens fabricados internamente aos oligopolios em vários países.

É nesse contexto que se esboça a atual tendência na indústria brasileira de automatização da produção em vários setores".

Essa perspectiva econômica auxilia, portanto, a compreensão sobre o processo de reorganização da produção que se identifica hoje no parque industrial brasileiro, especialmente nos setores oligopolizados da economia.

Deve-se notar, no entanto, que a disseminação da tecnologia de base microeletrônica associada à produção industrial, no Brasil, encontra-se ainda num grau introdutório. Esta situação ocorre devido a diversos fatores. Dentre eles podemos destacar desde o desconhecimento com maior profundidade da própria tecnologia, mesmo com relação à sua utilização, até as necessidades de reorganização da produção e do trabalho, que necessariamente impõe uma velocidade de disseminação tecnológica lenta.

Apesar destas dificuldades, é de se esperar que o processo de automação se acelere, concorrendo para isto diversos fatores, desde o barateamento dos equipamentos baseados na microeletrônica, até questões de ordem político-social, tal como uma melhor organização sindical, que possibilita conquistas salariais. Nesta última perspectiva deve-se entender que até a década de 70 as condições políticas propiciavam uma profunda exploração da força de trabalho, seja pela rotatividade de mão de obra, a nível de empresa, seja pela repressão aos sindicatos a nível geral.

Com a modificação desse quadro nos anos 80, através de um processo de redemocratização, associado à disseminação de equipamentos microeletrônicos e à necessidade de competição nos mercados internacionais, ocorre um estímulo para a introdução destas novas tecnologias dentro do parque industrial brasileiro.

Outro fator que ocorre para a aceleração deste processo tem origem na dificuldade de obtenção de financiamento externo, devido aos impasses na negociação da dívida externa, que reforça a necessidade de incrementar o saldo da balança comercial e por consequência implicam na adoção de padrões internacionais de produção e qualidade. Este é um processo que ocorre com as montadoras de automóveis no Brasil, sobre o qual diz Carvalho (25):

"Em primeiro lugar, as mudanças no mercado, no sentido de um peso cada vez maior das exportações, tem feito com que o padrão de

(25) CARVALHO, Ruy de Quadros. Op. cit., p. 96.

concorrência entre as montadoras venha se caracterizando pela exigência de um alto grau de competitividade, relativo não apenas aos custos, mas também à qualidade dos produtos. Estas exigências induzem a adoção da automação de base micro-eletrônica, reforçadas pelo fato de que os padrões de competição no mercado externo tendem a se transferir para o mercado interno".

Uma síntese das motivações que levam as empresas a adotar M.F.C.N. pode ser encontrada em um relatório do SENAI (26), quando explicita as razões da maior difusão de M.F.C.N. no setor mecânico:

"Esta constatação não chega a surpreender, à vista da complexidade e especialização dos processos produtivos na mecânica, assim como de sua forte dependência em relação ao trabalho qualificado, cujo alto custo pressiona negativamente a rentabilidade setorial. Tais características fazem da mecânica um setor particularmente sensível aos atrativos potenciais da M.F.C.N., tais como aumento de produtividade, precisão e qualidade, assim como economia de trabalho qualificado. Além

(26) SENAI/SP. Op. cit. p. 07.

disso o setor revela decisiva participação de empresas estrangeiras, supostamente mais propensas a adotar tecnologias imperantes em seus países de origem".

Sobre os principais obstáculos à utilização das M.F.C.N., levantados pelos usuários, pode-se evidenciar a dificuldade de manutenção eletrônica, ocasionada pela falta de mão de obra especializada e pela diversidade das máquinas, muitas delas importadas de diversos países. Estas dificuldades alia-se a um desconhecimento sobre a tecnologia de C.N. e principalmente ao custo elevado do investimento necessário para a implantação e operacionalização do sistema. Segundo MACHLINE et alii (27) estes custos são considerados pelos usuários e fabricantes o principal obstáculo à expansão do C.N. no Brasil.

A importação de C.N. é proibida em função das normas regulamentadoras da S.E.I. - Secretaria Especial de Informática, que visam buscar uma capacitação nacional na área de informática, tanto a nível de hardware quanto de software. Estas regras incluem a imposição de que as empresas produtoras de C.N. sejam de capital nacional. Isto implica que o C.N. fabricado no país seja várias vezes mais caro que o preço do mercado internacional. A reserva de mercado impõe também uma defasagem entre os C.N.s nacionais e os similares de outros países, além de aumentar os impecilhos burocráticos relativos à importação de equipamentos e componentes.

(27) MACHLINE, Claude et alii. Op. cit. p. 11.

A partir dessa descrição do que vem a ser o C.N., especialmente quando associado às máquinas-ferramenta, e da análise da difusão das M.F.C.N. no Brasil, os Capítulos 2 e 3 passarão a abordar, respectivamente, os aspectos relacionados à reorganização da produção e do trabalho associado à nova tecnologia.

CAPÍTULO 2

ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO EM AMBIENTE DE COMANDO NUMÉRICO

Inicialmente é necessário dizer que a reorganização da produção não é um fenômeno restrito à introdução das M.F.C.N. É um processo mais abrangente, ligado ao desenvolvimento da tecnologia de base microeletrônica como um todo.

Destaca-se aqui mais estreitamente a relação com as M.F.C.N. em função dos objetivos propostos, ou seja, de privilegiar esta nova tecnologia no processo de reorganização da produção e do trabalho, em função de sua disseminação no Brasil.

As M.F.C.N. podem ser consideradas dentro deste novo processo de automação como pertencentes a um grupo de máquinas responsáveis pelos meios de operação. Estas seriam as máquinas dotadas de ferramentas e capazes de executar um programa de operação. Neste mesmo grupo, ou seja, de máquinas representativas dos meios de operação, pode-se destacar ainda os manipuladores, cujo exemplo mais conhecido é o robô.

Além dos meios de operação deve-se apresentar ainda os meios de transferência, ou seja, as máquinas que não

intervem no processo de transformação do material, mas sim na transferência de peças de um local para outro, ou na armazenagem destas mesmas peças. Neste grupo se destaca a estação móvel de trabalho. Trata-se de uma malha de circulação flexível de trajetória aleatória com o objetivo de superar a rigidez das linhas tradicionais de origem taylorista e fordista. A Figura 2.1. demonstra esta situação.

Aos meios de operação e de transferência automatizados, associa-se uma base informatizada de geração, recepção e controle de informações no fluxo de produção. Esse conjunto de equipamentos permite, então, desde a realização de projetos auxiliados por computador, até o comando de máquinas e ferramentas através de controles lógico-programáveis.

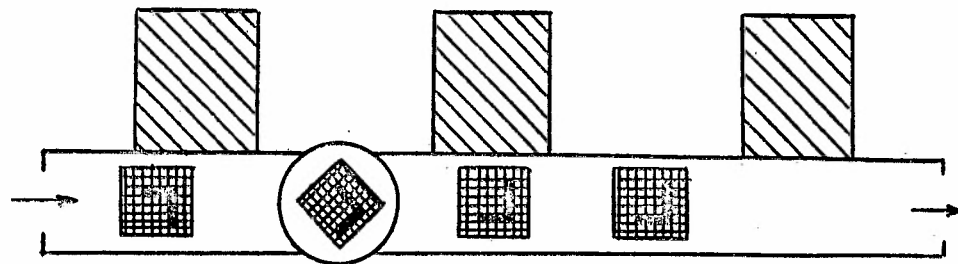
Este trabalho procura, no entanto, restringir-se mais especificamente, como já exposto anteriormente, aos aspectos da organização da produção que sofrem alterações em função da introdução de M.F.C.N. Para tanto é necessário, primeiramente, caracterizar os modelos de produção existentes. Estes modelos podem ser definidos, de forma geral, como contínuos ou intermitentes. Sobre esta classificação diz BUFFA (28):

"As situações de produção por meio de fluxos contínuos são aquelas, em que os equipamentos são padronizados com relação ao encaminhamento e ao fluxo das entradas, que, também são padronizadas. Consequentemente, um

(28) BUFFA, Elwood S. Planejamento e Controle da Produção. São Paulo, Atlas, 1979. p.32.

SISTEMAS DE
PRODUÇÃO

RÍGIDA
(LINHA TRANSFER)



FLEXÍVEL

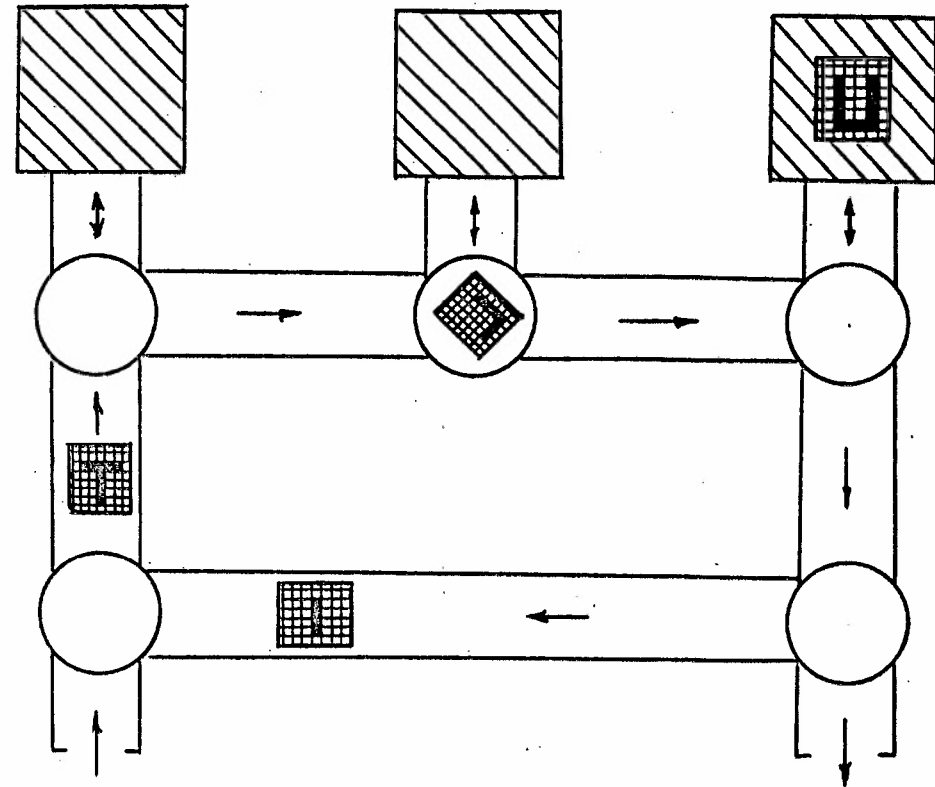


Figura 2.1. Sistemas de produção rígida e flexível.

Retirada de Weck, Manfred. *Handbook of machine tools*, vol. 3. Automation and controls. Inglaterra, Wiley Heiden, 1984. p.378.

conjunto padrão de processos e sequências de processos pode ser adotado... As situações de produção intermitentes são aquelas, em que os equipamentos devem ser bastante flexíveis para tratar uma larga variedade de produtos e de características importantes do elemento de entrada (mudança de projeto do produto").

Pode-se então, identificar como produção do tipo contínuo as linhas rígidas de produção e montagem em massa, as operações baseadas em reações químicas, etc. A fabricação do tipo intermitente pode ser exemplificada pela fabricação de produtos por encomenda, produção em pequenos lotes, etc.

Na produção em massa, a produtividade é a principal característica, enquanto para a produção em pequenos lotes, o importante é a flexibilidade.

Flexibilidade e produtividade, que são considerados critérios essenciais para a instalação de uma unidade de produção, no entanto, tendem a ser comportamentos contraditórios entre si.

Assim, de forma geral, quando se procura para um da do sistema, aumentar sua flexibilidade, é comum comprometer sua produtividade e vice-versa. A Figura 2.2. procura retratar a dualidade deste comportamento.

Com a instabilidade gerada pela passagem de um mercado globalmente regido pela procura para um mercado determinado pela oferta, ocorre um reforço à produção em pequenos lotes.

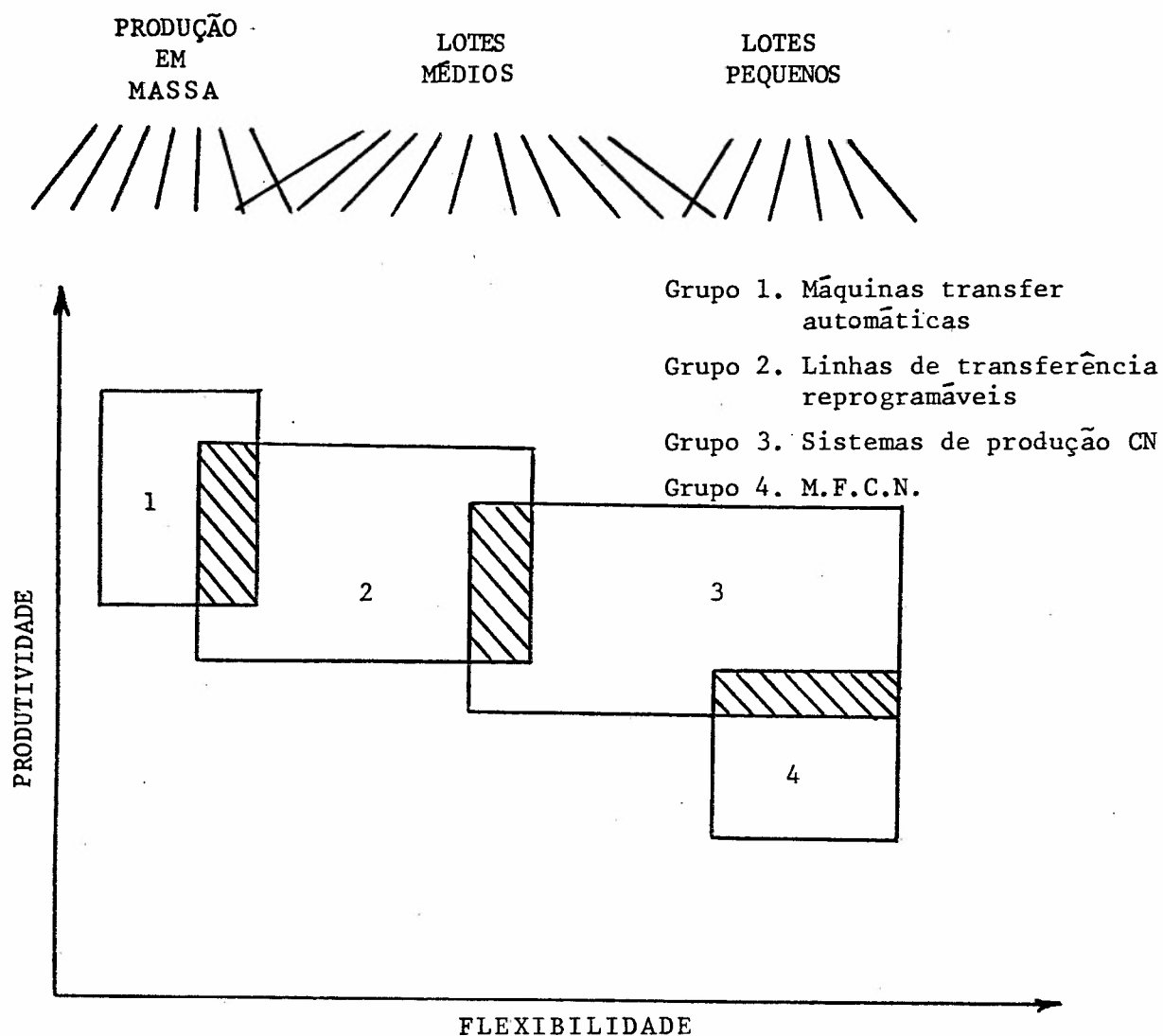


Figura 2.2. Produtividade e flexibilidade dos sistemas de produção.

Adaptada de Weck, Manfred. *Handbook of machine tools*, vol. 3. Automation and controls. Inglaterra, Wiley Heiden, 1984. p.380.

Segundo pesquisa citada por AGOSTINHO (29), de 75% a 80% da produção mundial de bens é feita em lotes de até 50 peças.

Esta situação leva a uma inadequação crescente dos parques industriais. Isto ocorre quer por uma orientação para produção em massa, que gera um acúmulo de estoque de material em processo, quer pelo baixo nível de produtividade associado à produção do tipo intermitente.

O significativo avanço da utilização de M.F.C.N. deve ser compreendido dentro deste panorama. Ocorre que somente a introdução de M.F.C.N. dentro de sistemas organizados de forma tradicional não resolve plenamente a situação. As M.F.C.N., individualmente, oferecem alto grau de flexibilidade para execução de pequenos lotes, mas sua viabilidade econômica ainda é limitada pela produtividade.

Com a finalidade de procurar responder a estes impasses desenvolvem-se novas tecnologias organizacionais que se associam à nova base técnica microeletrônica, em especial às M.F.C.N. Esta associação visa conjugar a flexibilidade dos sistemas produtivos do tipo intermitente a uma maior produtividade. Esta é a questão central tratada no próximo item deste capítulo.

2.1. FLEXIBILIDADE E PRODUTIVIDADE

A flexibilidade deve ser vista sob dois aspectos temporais: flexibilidade de longo prazo e flexibilidade de cur-

(29) AGOSTINHO, Oswaldo L. Estudo da Flexibilidade dos Sistemas Produtivos. Tese de Doutorado, EESC-USP, São Carlos, 1985. p.54.

to prazo. A flexibilidade de longo prazo deve ser associada aos custos incorridos e ao tempo dispendido para promover mo dificações, quando um ou mais produtos são eliminados de pro dução, e novos produtos introduzidos. A flexibilidade de curto prazo trata dos produtos que ainda estão em produção. Refere-se aos custos oriundos da variação de demanda do mercado, seja esta variação fruto da sazonalidade, ou de uma va riação aleatória qualquer.

Dentro desta perspectiva pode-se adotar, como fez AGOSTINHO (30), uma classificação das flexibilidades a partir das próprias necessidades que a originam, ou seja: flexi bilidade em montagens de máquinas para novas peças, flexibi lidade para mudanças do produto, flexibilidade para operações sazonais que determinam flutuações na carga de trabalho, fle xibilidade para compensar mau funcionamento do sistema produ tivo e flexibilidade para suportar erros de previsão.

Estas diferentes dimensões da flexibilidade, dentro de uma perspectiva econômica, procuram maximizar a utili zação da capacidade instalada numa empresa. Porém, para se atingir os objetivos de produtividade, é necessário associar a introdução de novas tecnologias organizacionais com a base técnica representada pelas M.F.C.N.

Adota-se aqui o termo tecnologia organizacional co mo equivalente a forma com que se organiza a produção e o trabalho, assim definida por CORIAT (31):

(30) AGOSTINHO, Oswaldo L. Op. cit., p. 112.

(31) CORIAT, Benjamin. Op. cit. p.56.

"Consiste num princípio de materialização dos postos e das funções, das sequências e arranjos de distribuição de tarefas, assim como das modalidades de economia de tempos e de controle aplicadas à produção de mercadorias".

Uma das inovações fundamentais quanto à tecnologia organizacional é a da fabricação, em células, de peças que pertençam a uma mesma família. Esta família é constituída por análise da similaridade entre as peças. Esta forma organizacional denominada Tecnologia de Grupo - T.G., é assim definida por Arn em GONÇALVES (32):

"O termo Tecnologia de Grupo significa um método que tenta analisar e arranjar o "spectrum" de peças e os processos de fabricação aplicáveis de acordo com as similaridades de desenho e usinagem, tal que uma base de grupos e famílias possa ser estabelecida para a racionalização dos processos de produção na área da produção em lotes médios e pequenos".

(32) GONÇALVES Fº, Eduardo V. **Introdução à tecnologia de grupo: um novo enfoque em sistemas de produção.** Dissertação de Mestrado, EESC-USP, São Carlos, 1982. p.08.

Assim a T.G. consiste na fabricação por família de peças, família esta que se utiliza do mesmo grupo de máquinas, do mesmo ferramental, etc.

Segundo GONÇALVES FILHO (33), o desenvolvimento da T.G. inicia-se com o conceito de "componente composto", criado por Mitrofanov. Este componente composto seria uma peça imaginária que apresentasse todos os detalhes existentes nas peças componentes de uma família. Procurar-se-ia, então, criar uma máquina operatriz que fosse capaz de produzir o componente composto e, conseqüentemente, todas as peças da família. Com isto se atingiria os objetivos de minimização do tempo de preparação de máquina, quando da mudança de peça a ser produzida.

Um segundo estágio de desenvolvimento da T.G. vem a ocorrer quando se procurou levar em consideração não apenas os aspectos geométricos das peças a serem produzidas, mas também os processos de fabricação necessários. É nesta fase que surge o conceito de célula de máquinas, ou seja, um conjunto de máquinas necessárias e suficientes para a fabricação de todas as peças da família.

Promove-se então modificações a nível de arranjo físico da fábrica, com os tradicionais lay-out em linha e lay-out funcional dando origem ao lay-out em grupo. O equipamento é então dividido em grupos, sendo que cada grupo é constituído de todas as máquinas necessárias à fabricação das respectivas famílias de peças.

(33) GONÇALVES Fº, Eduardo V. Op. cit., p. 09.

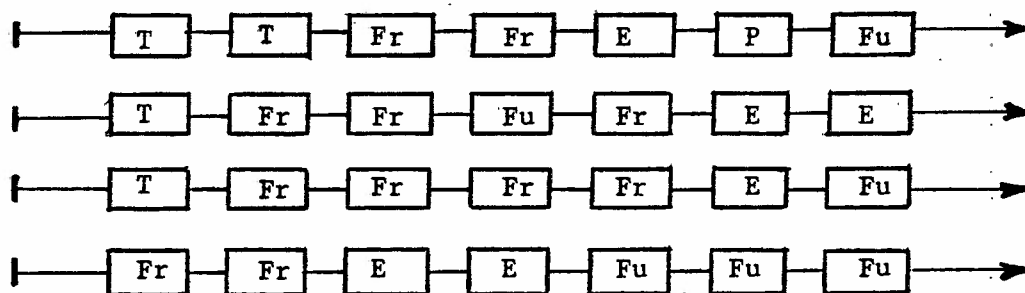
Ocorre então uma mudança na perspectiva organizacional da produção, abandonando-se a ênfase na especialização por processo para a especialização por produto. A Figura 2.3. mostra os três tipos de lay-out aqui mencionados.

Deve-se notar ainda que tanto o lay-out em linha quanto o lay-out em grupo são organizados a partir de uma família de peças. No entanto, no lay-out em linha todas as peças de uma mesma família usam os equipamentos na mesma sequência, o que não é necessário no lay-out em grupo. O lay-out em grupo ainda possibilita uma simplificação do controle da produção quando comparado com o lay-out funcional, uma vez que as famílias serão sempre produzidas no mesmo local.

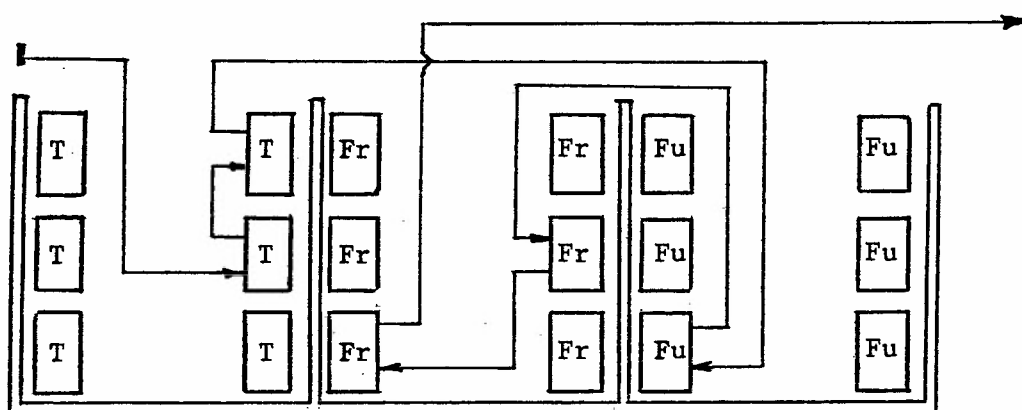
O desenvolvimento desta tecnologia organizacional, aliado à tecnologia de base microeletrônica leva à criação do conceito de Sistema Flexível de Manufatura - SFM, que busca aliar alta produtividade com alta flexibilidade. Segundo Dolezaleck, citado por WECK (34) o S.F.M. é assim constituído:

"...um sistema que consiste de máquinas e instalações técnicas conectadas entre si por um controle comum e por um sistema de transporte de tal forma que por um lado propicia a automação da produção e por outro permite que um grupo de máquinas execute diferentes operações em diferentes peças dentro de uma dada família de peças".

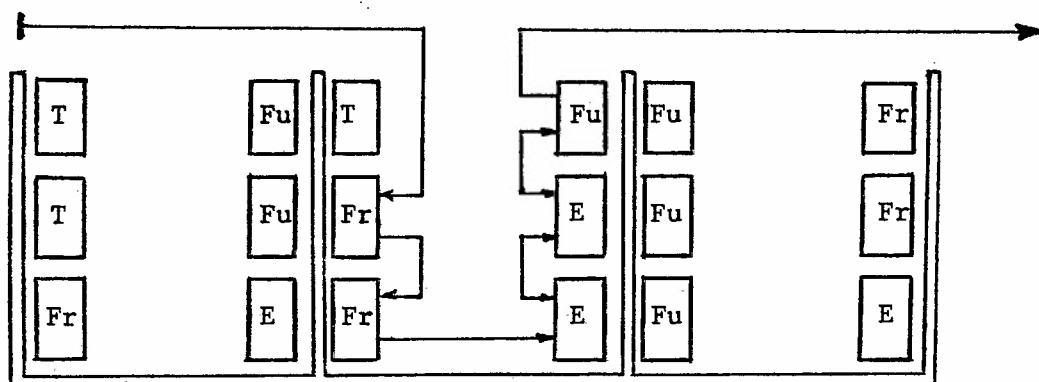
(34) WECK, Manfred. Op. cit., p. 376.



(a) Layout em linha



(b) Layout funcional



(c) Layout em grupo

Figura 2.3. Tipos de layout.

Retirada de Burbidge, John L. Planejamento e Controle da Produção. São Paulo, Atlas, 1983. p.57.

É necessário dizer que os sistemas flexíveis ainda são poucos em todo o mundo, não tendo sido resolvido de todo a questão da produtividade. Apesar da terceira parte deste capítulo tratar mais especificamente a questão, procurando descrever modelos básicos de automação, pode-se adiantar que essas novas tecnologias, inclusive organizacionais, proporcionam no entanto uma ampliação dos horizontes da substituição da automação rígida por outra de caráter mais flexível. Sobre esta situação na indústria automobilística européia, diz DINA (35):

"Assim, na produção automobilística, se é verdade que nas usinagens mecânicas ainda domina a linha "transfer" especializada, trata-se de "transfers" que diferem bastante das primeiras e que passaram pela crise da automação rígida. O controle dos ciclos não é mais feito com aparelhagens de relês eletromagnéticos, mas com controladores lógico-programáveis, aparelhagens eletrônicas baseadas em microcomputadores, que fazem corresponder os comandos às várias situações da linha, de acordo com um programa independente de sua configuração física que pode ser facilmente modificado. A própria parte mecânica é muito mais versátil, tolerando parcialmente rit

(35) DINA, Angelo. A fábrica automática e a organização do trabalho. Petrópolis, Vozes, 1987. p.46.

mos irregulares e peças diferentes, e nela encontram emprego cada vez mais amplo as unidades de comando numérico".

A microeletrônica permite portanto que a automação deixe de ser restrita à produção em massa. Isto ocorre na medida em que a microeletrônica possibilita uma flexibilização do processo produtivo pela diminuição da porosidade, ou seja, do tempo improdutivo.

Pode-se exemplificar este aspecto pela diminuição do tempo de preparação de máquinas quando se comparam as M.F.C.N. com as máquinas-ferramenta convencionais. Assim é possível dispensar a estratégia tradicional de economia de escala.

Pode-se portanto aliar características tais como diversidade de produtos e ciclos de vida menores a sistemas de fabricação que apresentem alta produtividade e qualidade, embora trabalhando com pequenos lotes.

A microeletrônica, ao mesmo tempo em que permite a diminuição do tempo improdutivo, faz com que técnicas tradicionais da Administração Científica, baseadas em métodos tayloristas, acabem perdendo sua relevância. Agora, neste processo de automação, o ritmo do trabalho passa a ser predominantemente comandado pelas máquinas. Quanto a isto diz CORIAT (36):

(36) CORIAT, Benjamin. Automatos, Robôs e Classe Operária. *Novos Estudos - CEBRAP*, 2(2): 31-38, Jul. 1983, p. 34.

"No limite extremo, porém, quando nos de-
frontamos com um conjunto integrado de au-
tômatos e robôs em certos segmentos espe-
ciais de uma fábrica os primeiros assegu-
rando a automação das transferências, os
segundos a das operações - pode-se dizer
que prevalece aí uma economia de tempo mu-
ito próxima daquela que regula os proces-
sos de trabalho do tipo "process". Nes-
ta situação limite não é mais o ritmo in-
dividual de operação dos operários que de-
termina a quantidade de produtos".

Outra característica essencial na organização da
produção a partir das tecnologias de base microeletrônica é
a integração, que constitui o eixo central da próxima parte
deste capítulo.

2.2. INTEGRAÇÃO E PRODUTIVIDADE

A tendência à integração nasce dos próprios prin-
cípios tayloristas e fordistas da economia de tempos. Trata-
se enfim de procurar a eliminação de tempos mortos reduzindo
se os tempos de circulação e elevando a taxa de ocupação das
máquinas e dos homens.

A integração é baseada na aplicação de sistemas com-
putacionais desde o projeto do produto até a sua finalização,
ou seja, envolvendo todos os estágios de sua produção. Com
este objetivo é que se destacam os sistemas CAD/CAM e outros

de planejamento e controle da produção que se aliam aos mecanismos de transferência e meios de operação automatizados, etc, que se constituem nos meios de automação do "chão" da fábrica. Esta base comportacional propicia dois importantes resultados:

O primeiro é a otimização nos tempos de circulação. Esta possibilidade é gerada pelas estações móveis, que permitem circulação em malha, associadas às características de programabilidade das novas máquinas. Um exemplo é o da M.F.C.N. que, enquanto realiza uma operação, pode ser posicionada para receber uma nova peça. Na organização integrada da produção, então, estes tempos não são somados, como na organização anterior. As atividades ocorrem simultaneamente.

O segundo é uma economia nos fluxos, obtida através de conexões eletrônicas, que propiciam troca de informações entre os postos de trabalho e o almoxarifado. Assim, os postos informam seu consumo ao almoxarifado que, simultaneamente, expede materiais aos postos e remete ordens de fabricação às outras unidades, ou pedidos a fornecedores, para a reconstituição do nível ótimo de estoque.

A integração, portanto, na sua base técnica, implica na utilização desde microcomputadores até computadores de grande porte, bem como de outras tecnologias de comunicação no controle de todo o processo de produção.

Um sistema integrado então é essencial para aliar a flexibilidade exigida com a necessária produtividade. A integração, no entanto, provoca um grande aumento nos custos fixos, com o objetivo de diminuição do custo variável.

O desenvolvimento deste sistema procura considerar

a produção como um processo único associado a um fluxo de in formações. Pode-se assim vislumbrar uma reorganização da em presa no sentido de uma menor departamentalização e maior centralização do poder decisório.

Esta integração possibilita também a eliminação ou minimização dos estoques intermediários. Quanto aos resultados desta integração, diz CORIAT (27):

"a) no plano tecnológico, ela resulta na utilização combinada da automação de fabricações e da informatização da gestão de produção; b) do ponto de vista econômico, ela permite realizar um salto qualitativo na economia de tempos taylorista e nos fluxos fordistas; c) no plano organizacional, o funcionamento desses novos princípios de economia de tempos e de fluxos ocorre, em geral, através das inovações-chave constituídas pela circulação em malha, e não em linha, e pela modificação das relações entre gestão de estoques, alimentação e funcionamento da fabricação (tanto dos produtos finais quanto dos componentes)".

A integração, embora fruto de princípios tayloristas e fordistas sobre a economia de tempo, busca, dentro da

(27) CORIAT, Benjamin. Automação programável: novas formas e conceitos de organização da produção. In: Schinitz, Hubert; Carvalho, Ruy de Quadros (org.). Automação, competitividade e trabalho: A experiência internacional. São Paulo, Hucitec, 1988. p.31.

gestão do capital fixo, a otimização do tempo de máquina e do trabalho morto. Isto passa a ser muito mais importante do que a intensificação do trabalho vivo, que se constitui no objetivo central do taylorismo. Quanto ao capital circulante, busca-se uma nova gestão dos fluxos de materiais. A otimização da alimentação de peças intermediárias, apesar de sua base fordista, não trata apenas de procurar definir a sequência do ritmo de trabalho, mas principalmente da minimização do capital circulante.

A terceira parte deste capítulo procura tratar, de novas técnicas de gestão da produção e suas relações com o processo de automação de base microeletrônica.

2.3. NOVAS TÉCNICAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

As novas técnicas de gestão da produção aqui abordadas procuram principalmente ordenar o processo de fabricação, dentro das expectativas já apontadas neste trabalho de maximização do capital instalado e minimização do capital circulante.

Destaca-se aqui as técnicas MRP-II ou Manufacturing Resource Planning e o Kanban, associado ao sistema J.I.T. - Just in Time.

Tanto o MRP-II quanto o Kanban podem ser considerados técnicas que contribuem para uma melhoria do fluxo de produção e, embora o Kanban não implique necessariamente em automação da produção ou do fluxo de informações, ambos podem contribuir para o processo de reorganização da produção associado à microeletrônica.

Apesar do Kanban e do MRP-II se basearem em filosofias distintas, utilizando-se de técnicas diferentes, não necessariamente devem ser vistos como técnicas mutuamente exclusivas. Existem possibilidades de que ambos sejam utilizados de forma complementar. Para tanto é necessário entender o MRP-II como instrumento de planejamento e o Kanban como metodologia de execução. Esta integração implica em modificações no sistema MRP-II, porém foge ao escopo deste trabalho um detalhamento da questão.

2.3.1. MRP-II

O MRP-II surge nos E.U.A. como desenvolvimento do Planejamento das Necessidades de Materiais - MRP - Materials Requirement Planning, criado na década de 60. Trata-se de um sistema de gerenciamento dos recursos operacionais de fabricação, baseado na informatização das informações relativas às ordens de serviço e aos recursos disponíveis, quanto à estoque, pessoal e equipamentos.

O objetivo central deste sistema é o de produzir as quantidades corretas no momento necessário, baseando-se para isto nas previsões de venda. Seu caráter adaptativo possibilita a minimização dos estoques, principalmente de material em processo, bem como a otimização dos equipamentos.

Trata-se portanto, dentro da lógica da automação microeletrônica, da minimização do capital circulante e da maximização do capital fixo, principalmente pela redução de estoques e pela hierarquização e distribuição das ordens de serviço que procuram aumentar a eficiência da utilização das máquinas.

Segundo RUSSOMANO (38), o MRP-II consiste em quatro etapas, ou seja, o Plano Global de Demanda, o Plano Mestre de Produção, o Planejamento das Necessidades de Material e a Verificação da Capacidade de Produção.

O Plano Global de Demanda determina os níveis de produção a partir das possibilidades de demanda. Através dele pode-se fixar os níveis de estoque e os recursos produtivos necessários dentro de seu horizonte de previsão, que normalmente se estende até um ano. O Plano Mestre de Produção delimita a produção dentro dos limites do Plano Global de Demanda, acionando o planejamento de materiais. Seu horizonte temporal é inferior ao Plano Global de Demanda e normalmente baseado em períodos semanais.

O Planejamento das Necessidades de Materiais consubstancia-se na forma de programas computacionais que determinam a emissão de ordens de fabricação ou a sua reprogramação a partir da "explosão" dos itens que compõem a estrutura do produto. As necessidades de componentes são comparadas ao estoque existente e aos pedidos em carteira para que seja feito o pedido de compra das necessidades líquidas.

A Verificação da Capacidade de Produção é a comparação entre os recursos disponíveis e os necessários dentro das unidades de tempo. Esta fase possibilita a programação efetiva da produção ou a reprogramação dos planos anteriores.

(38) RUSSOMANO, Victor H. Comparação entre MRP-II e J.I.T. Anais do VIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, vol. 1. São Carlos, 1988. p.130.

Portanto o MRP-II é uma técnica que permite a partir das informações sobre estoque, estrutura dos produtos, recursos produtivos e demanda futura; alocar ordens de produção e de compra nas quantidades e nos momentos necessários para atender a uma programação otimizada que também é determinada pelo sistema. Deve-se, no entanto, alertar que sua aplicação obtem melhores resultados nos sistemas de produção intermitentes, repetitivos ou sob encomenda.

2.3.2. Kanban

O Kanban é um sistema de gestão do fluxo de fabricação em que as ordens ou produção, ou seja, o fluxo de informações, tem sentido inverso ao fluxo real de produção. Os postos de trabalho, a partir do final do processo de fabricação, emitem instruções aos postos imediatamente anteriores, baseadas nos produtos efetivamente vendidos.

Desta forma, nos diversos postos de trabalho os estoques se aproximam da quantidade exata necessária para satisfazer as ordens de produção. Esta situação traduz o princípio do "estoque zero" do Kanban.

A circulação das informações é realizada através de cartões (Kanban no sentido estrito) que representam as ordens de produção ou requisição de materiais.

Para seu funcionamento é necessário uma linearidade na disposição das máquinas, ausência de quebras e fabricação sem defeitos. Desta forma, o controle de qualidade é exercido pelos próprios operadores, o que constitui um rompimento do princípio taylorista da separação entre execução e controle.

O Kanban portanto, é um sistema que apresenta baixo custo de controle, sistema de operação e informação simples e eficiente. No entanto, o sistema não é adequado para assimilar grandes variações na demanda ou no mix de produtos finais.

Além disto requer um elevado grau de disciplina, exercida inclusive pela pressão a que estão submetidos os operários, na medida em que qualquer quebra do fluxo produtivo é facilmente identificável. Trata-se de uma técnica que alia um grande controle sobre o aparelho, utilizando-se contudo de uma estrutura mínima de supervisão e gestão da produção.

O Kanban portanto é um sistema de estrutura informal, ao passo que o MRP-II tem por ênfase uma base computacional. É um sistema interno à produção, enquanto o MRP-II é um sistema paralelo. É prático e reativo, apesar de não permitir uma visão completa do fluxo, enquanto o MRP-II impõe um planejamento antecipado, processando informações que vão desde o mercado até a matéria-prima.

A partir da base microeletrônica e das novas formas organizacionais, pode-se montar uma tipologia das novas formas de automação, que será tratada a seguir.

2.4. NOVAS FORMAS DE AUTOMAÇÃO

A partir das características descritas anteriormente, em especial da associação entre flexibilidade e integração no desenvolvimento da produtividade, é possível montar-se módulos que representam as novas formas de automação. Elas são concretizadas a partir da base técnica de origem microeletrônica e das novas tecnologias organizacionais.

Esta, por assim dizer, classificação tipológica da automação, obedece basicamente os critérios utilizados por CORIAT (39) em trabalho apresentado à Organização Internacional do Trabalho dentro do projeto BRA-82/024, sobre os impactos sociais do desenvolvimento.

Desta forma esta classificação leva em consideração a utilização de novos equipamentos produtivos ou de tratamento de informações em conjunto com formas organizacionais da produção e do trabalho, sejam elas de características inovadoras ou baseados em princípios fordistas e tayloristas. Trata-se então de um exercício de isolamento de tipos básicos, embora a realidade demonstre que formas complexas baseadas na interpenetração dos diversos modelos possam existir.

2.4.1. Linha de Fabricação Rígida - L.F.R.

Surge nos anos 70, na Europa, especialmente nas indústrias automobilísticas, principalmente nas áreas de usinagem.

Trata-se de um desenvolvimento da linha fordista clássica, na medida em que trata da organização dos postos de trabalho em linha, com alimentação sob um ritmo pré-determinado. Neste caso os postos de trabalho são dotados de máquinas capazes de operar automaticamente, substituindo-se assim os operadores de produção.

O que há de novo então é que, ao contrário da distribuição de peças a um ritmo fixo aos operários, que teriam

(39) CORIAT, Benjamin. Op. cit., p.13-61.

um tempo de fabricação imposto, ocorre uma distribuição para as máquinas, que realizam automaticamente as operações.

Trata-se então, neste caso, de uma inovação tecnológica e não organizacional. Esta inovação é baseada também na mudança do tratamento das informações. Esta mudança pode ser detectada na própria diferenciação entre a linha fordista e a linha de fabricação rígida. Esta diferenciação é assim definida por DINA (40):

"A esta altura, podemos definir a automação como a elaboração automática em tempo real da maior parte das informações relativas ao processo produtivo. Elaboração automática significa que, se antes a informação passava pelo cérebro e pelas operações manuais do operador da máquina, agora tenta-se fazer tudo isto automaticamente, evitando a intervenção do homem".

O processo de integração da linha então, tem origem na utilização da informática e microeletrônica, bem como na procura de uma maior compactação das sequências de operações. A programação das máquinas é rígida e, portanto, não se superam os problemas de adaptabilidade ao mercado.

A diferença entre esta forma de automação e a linha fordista pode ainda ser assim resumida, segundo CORIAT (41):

(40) DINA, Angelo. Op. cit., p. 13.

(41) CORIAT. Benjamin. Op. cit., p. 38.

"...no tocante ao trabalho vivo, a diferença entre a forma LIF e a forma clássica do fordismo consiste apenas no fato que se transita de um sistema baseado no princípio um posto/um homem/uma tarefa para uma organização do tipo um posto/um homem /várias máquinas/um pequeno grupo de tarefas. Esse "alargamento de tarefas" é decorrente do fato de que o trabalho de execução, ao ser suprimido ou encurtado, torna a carga de trabalho individual acrescida pelo lado da supervisão".

O Sistema L.F.R. então introduz novas tecnologias utilizando-se dos conceitos organizacionais clássicos fordistas/tayloristas. Integra fabricação automatizada e informatização com instalação em linha, tarefas parcelizadas e alimentação rígida.

2.4.2. Linha Assíncrona de Montagem - L.A.M.

Esta forma de organização da produção nasce na FIAT nos fins da década de 70. Procura aplicar os novos desenvolvimentos da tecnologia numa gestão informatizada das circulações e dos suprimentos através de uma organização em malha e sob um ritmo flexível. O sistema L.A.M. é assim apresentado por DINA (42):

(42) DINA, Angelo, Op. cit., p. 41.

"Nelas o sistema de transporte constitui a armação de uma linha que, segundo um relatório da Fiat, "desenvolve-se em módulos manuais de trabalho em série - cada um composto por vários bancos fixos - e em grupos de trabalho automático, ligados uns com os outros por meio de almoxarifados inter-operacionais. Estes concedem aos operadores a liberdade de poder administrar individualmente os tempos de trabalho e de descanso, sem em nada afetar a produção". O controle da movimentação é efetuado por uma série de computadores centrais de processo que deveriam ficar encarregados tanto de administrar as variações dos módulos (mix), quanto de compensar com o mínimo prejuízo de produtividade, fatores de distúrbios tais como ausências, etc."

Esta nova forma de organização da produção então, tem características opostas à anterior. A montagem, propriamente dita, é manual e a forma anterior é automatizada. A organização da linha naquele caso era rígida, unidimensional e de cadência fixa. Agora ela passa a ser em malha com estações móveis programáveis e sob cadência variável.

No entanto, mantem-se ainda aqui a lógica taylorista, seja pela manutenção do trabalho parcelizado, seja pela lógica de maximização do tempo operacional do trabalhador.

Aqui o papel central de controle do trabalho cabe aos meios de comunicação informatizados, que por decorrência,

passam neste caso a controlar também a produção. Sobre esta questão diz CORIAT (43):

"O computador recebe informações em tempo real de uma série de micro-processadores descentralizados, relativas à circulação dos trolleys automáticos (posicionamento, cobertura...), situação dos meios circulantes, dos fluxos de materiais e nível dos estoques no decorrer da produção... Essas informações são atualizadas ininterruptamente e encontram-se disponíveis na memória do computador. Dessa forma, o pessoal de supervisão (mestres, em particular) pode a qualquer momento "consultar" o computador para a tomada de decisões necessárias ao bom desenrolar da produção".

A L.A.M. consiste portanto, basicamente, num processo informatizado de gestão logística, ou seja, das circulações internas da fábrica, que, se por um lado rompe com a rigidez dos princípios da linha fordista, por outro lado mantém a lógica de economia de tempos taylorista.

2.4.3. Linha Integrada Flexível - L.I.F.

Este modelo apresenta características de associação entre alguns aspectos das formas anteriores, procurando manter os pontos favoráveis e eliminar os desfavoráveis.

(43) CORIAT, Benjamin. Op. cit., p.43.

A L.I.F. procura automatizar as operações nos postos de trabalhos e adotar circulação baseada em estações móveis, programadas em malha. O complexo fabricação/circulação é gerenciado por computadores.

Apesar de ter sido inicialmente introduzida para se trabalhar na usinagem de pequenas séries, a possibilidade de alta produtividade proporciona sua utilização em diversos outros setores da fábrica bem como em lotes maiores.

Peça chave deste processo é a M.F.C.N., em especial a dotada de C.N.C., que permite uma produção quase que contínua de peças diferentes, com um baixo custo de reprogramação.

A extensão de sua utilização para séries maiores baseia-se no fato de que máquinas automatizadas não programáveis tornam-se obsoletas quando se introduzem modificações nos produtos. A necessidade de uma competitividade que leve em consideração a evolução de um mercado de consumo para um mercado de oferta, leva então à necessidade de um aumento da flexibilidade, mesmo para as grandes séries. Esta situação determina a utilização de equipamentos programáveis que, embora imponham a necessidade de um maior investimento inicial de capital fixo, permitem sua reutilização quando ocorrem modificações no produto. A comparação econômica entre as linhas rígidas e flexíveis, é assim descrita por CORIAT (44):

"No essencial, a economia das Linhas Integradas Flexíveis se baseia na ponderação que

(44) CORIAT, Benjamin. Op. cit., p. 49.

pode ser obtida entre as exigências da produtividade e as exigências da variabilidade. É evidente que a linha rígida permite uma produtividade muito maior por unidade física, desde que não haja interveniência de uma diferenciação de produtos e exigir reprogramação dos pontos de trabalho na linha. Em contrapartida, quando essa diferenciação é importante, a linha flexível permite produzir por lotes, sem reorganização, o que é efetivamente mais rentável".

Uma alternativa para as empresas poderia ser o estabelecimento de segmentos rígidos e flexíveis em suas linhas, de tal forma a conciliar os menores custos de instalação de automação rígida, com as economias resultantes da otimização do capital fixo e do capital circulante propiciada pela automação flexível.

Esta última forma de automação, ou seja, através de linha integrada flexível, identifica-se com o que é denominado Sistema Flexível Manufatura, associado a uma integração que permite a troca automática de informações com as áreas de engenharia de projeto e de métodos da empresa. É constituído de postos de trabalho dotados de comando numérico, robôs, etc, interligados por um sistema de transporte flexível em rede, e controlados por um sistema de computadores ligado às unidades de comando de cada máquina.

Este sistema permite direcionar as peças para as diversas máquinas de acordo com a programação da produção e disponibilidade de recursos. Pode inclusive realimentar a

programação de acordo com a variação da demanda. Sobre este sistema de controle, inerente a este tipo, de automação, diz DINA (45):

"Esse sistema de controle, que via de regra é distribuído por vários níveis hierárquicos; como já disse, desempenha várias funções. A principal delas é a de memorizar, enviar e distribuir os programas de usinagem das peças para cada máquina de controle numérico (Controle Numérico Direto) e eventualmente para os robôs. Além disso desempenha funções análogas com relação às unidades com controle sequencial e similares. Memoriza a situação do sistema, coordena os vários elementos e dirige a movimentação, troca mensagens com os terminais interativos do estabelecimento; recebe, elabora e atualiza os dados para a manutenção e o resumo do andamento produtivo no fim do expediente".

Os níveis de sistemas flexíveis existentes variam muito em função da flexibilidade, produtividade e integração. Assim é que hoje, para caso de lotes muito pequenos, ainda é aconselhável a manufatura em M.F.C.N. utilizadas de forma convencional.

(45) DINA, Angelo. Op. cit., p. 43.

Desta forma a L.I.F. tem sua aplicação limitada dentro de um espectro que alia um volume de produção médio com grande variabilidade, embora este espectro possa, continuamente, ter sua amplitude aumentada em função do desenvolvimento tecnológico.

Um dos obstáculos ao desenvolvimento da L.I.F. consiste na integração do sistema CAD com o sistema CAM, ou seja, na dificuldade de associação imediata de um projeto com seus sistema de usinagem e de administração da produção.

Além disto, é necessário também uma integração dos sistemas CAD/CAM com os sistemas de planejamento e controle da produção a nível geral, que podem ser exemplificados pelo sistema MRP-II, quando se tratar de planejamento a partir de previsões de demanda.

A integração de todos estes sistemas dentro de uma empresa levaria então ao conceito de CIM, que seria não um modelo de fábrica único, mas sim uma possibilidade de integração complexa a partir das três formas básicas aqui apresentadas.

O próximo capítulo se dedica aos aspectos da organização do trabalho que são afetados pelas modificações da organização da produção, desenvolvidas nos quatro tópicos deste capítulo.

CAPÍTULO 3

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO EM AMBIENTE DE C.N.

3.1. Aspectos gerais da organização do trabalho

A organização do trabalho deve ser estudada dentro do contexto geral da organização da produção. Ela é, obviamente, influenciada pelas características associadas a um determinado tipo de produção. Exemplo característico disso é a diferenciação organizacional entre uma empresa cuja produção seja contínua e outra de produção intermitente.

Porém, não se pode vincular de forma tão estreita os conceitos de organização da produção e organização do trabalho, de modo a se permitir uma identificação total e condicionadora de uma sobre a outra.

Assim, ao se dizer que a organização do trabalho é função unicamente da base técnica sobre a qual se apoia a organização da produção, comete-se o erro de não revelar a importância das interações políticas e sociais na questão. Por outro lado, ao se buscar o entendimento sobre uma forma de organização do trabalho única e exclusivamente a partir do ponto de vista de controle do capital sobre o trabalho, perde-se a perspectiva de compreensão da dinâmica das organizações capitalistas a partir de questões fundamentais tais como competitividade, mercado, etc.

É a partir desta dinâmica interdependência, que se deve ver o surgimento do taylorismo no início do século XX, como solução que permitia restringir o poder dos operários no processo de produção e consequentemente nos tempos da fabricação. Permitia a utilização de mão de obra não qualificada e impunha-se como norma da organização do trabalho. Dividia o trabalho entre concepção e execução, gerando um processo de trabalho baseado em tempos alocados, especialmente adaptado à produção de grandes lotes a baixo custo. O taylorismo aliou-se ainda ao conceito de linha de montagem desenvolvido por Ford, onde os tempos de trabalho passam a ser determinados pelo ritmo das linhas. Assim a Organização Científica do Trabalho, baseada em princípios tayloristas e fordistas, se estrutura em um paradigma assim definido por CORIAT (46):

"... a engenharia produtiva taylorista e fordista constrói a eficácia de suas linhas a partir de uma organização em postos de trabalho parcelados e encadeados, tanto na fabricação quanto na montagem. Do ponto de vista analítico esse, paradigma se baseia no parcelamento, especialização e intensificação do trabalho".

Segundo CORIAT (47), a partir dos anos 60 esse paradigma entra em crise relativa, gerada de um lado por uma

(46) CORIAT, Benjamin. Op. cit., p.15.

(47) CORIAT, Benjamin. Op. cit., p.15.

instabilidade social, decorrente de uma base social formada por um grande número de trabalhadores não qualificados submetidos a um ritmo intenso e a baixas condições de trabalho, e por outro lado pela existência de tempos improdutivos originados na necessidade de balanceamento das linhas de produção.

A estes fatores aqui descritos soma-se um quadro de instabilidade dos mercados que caracteriza a década de 70. Esta instabilidade decorre da passagem de um mercado regido pela demanda para um mercado determinado pela oferta. Isto significa que as capacidades instaladas passam a ser superiores à demanda. Dessa forma, o objetivo de grande produção ao menor custo possível associa-se ao de qualidade e flexibilidade que permitam uma rápida adaptação a novos produtos.

Esse panorama leva a um processo de inovações na organização de produção e do trabalho. Pesquisa-se uma base tecnológica que objetive diminuir a ação humana sobre o ritmo e qualidade do trabalho e ao mesmo tempo desenvolve-se uma nova cultura empresarial que, no tocante à organização do trabalho toma por base a cooperação, sendo denominada de abordagem sócio-técnica, que contribui com novos modelos, como o de grupos semi-autônomos.

Os grupos semi-autônomos recebem tarefas com baixo nível de detalhamento, recebe recursos para executá-la e tem autonomia para se estruturar durante o processo de desenvolvimento do trabalho.

O aspecto social desse modelo de organização refere-se à necessidade de cooperação entre os operários de um grupo, ou seja, é necessário o estabelecimento de relações de trabalho entre os empregados. O aspecto técnico é o de au-

to-regulação, evitando-se a formalização dos cargos e propiciando-se uma grande flexibilidade.

Este modelo distancia-se, portanto, daqueles baseados na racionalização da tarefa e do cargo e no enriquecimento de cargos. Os primeiros, ligados à Administração Científica, e portanto, ao taylorismo, adotam as premissas da existência de uma maneira ótima de se realizar uma tarefa, da necessidade de separar o planejamento e a execução da tarefa, da expectativa que o trabalhador procura maximizar seu salário, da promoção do melhor operário para cada tarefa e da necessidade de impedir a formação de grupos. O enriquecimento de cargos toma por base que a produtividade é função da satisfação dos trabalhadores, satisfação essa que depende de fatores inerentes ao trabalho. Assim, esta corrente organizacional propõe rotação de cargos, ampliação horizontal (tarefas de mesma natureza) e vertical (tarefas de natureza diferentes) dos cargos. Neste modelo são as relações espontâneas de amizade que dão sustentação social à organização e não as relações de trabalho, tal como nos grupos semi-autônomos.

A partir dos pressupostos anteriores, ou seja, da relação de interdependência entre os fatores político-sociais e os de origem na base técnica da organização do trabalho, e das grandes linhas teóricas sobre organização do trabalho, acima resumidamente esboçadas, procura-se, a seguir, compreender o desenvolvimento da utilização de mão de obra no Brasil nas duas últimas décadas. Este período corresponde à introdução e início da difusão das M.F.C.N. no país.

Assim, procura-se caracterizar o padrão de utilização da força de trabalho associado às possibilidades e limi-

tes impostos pelas novas tecnologias, e aos sistemas de organização social do trabalho.

3.2. Automação e evolução da Organização do Trabalho no Brasil

Nos anos 70 a existência de um controle político e sindical permitiu um processo de intensificação do trabalho, seja através do aumento do ritmo de trabalho ou pela imposição de horas-extras. Simultaneamente este mesmo controle permitiu uma contenção salarial, provocada principalmente por uma política de alta rotatividade por parte das empresas. A automação, nesta situação, era predominantemente determinada pelos aspectos técnicos referentes à forma de produção adotada. Sobre as relações entre o grau de automação e o padrão de utilização do trabalho neste período, CARVALHO (48) diferencia duas situações:

"Nos setores industriais, cujo processo productivo pode ser caracterizado como descontínuo ou semi-automatizado, as inovações tecnológicas efetivamente favoreceram o controle e a intensificação do trabalho, a desqualificação das ocupações ligadas diretamente à produção e a utilização da rotatividade como instrumento de controle... No entan-

(48) CARVALHO, Ruy de Quadros. Op. cit. p. 37.

to, nos setores industriais de processo contínuo automatizado (fibras sintéticas e siderurgia), a natureza das tecnologias adotadas foi responsável por uma situação diferente em termos da utilização da mão de obra... As características próprias da tecnologia dos processos em fluxo contínuo requerem um tipo de organização do trabalho baseada na cooperação em equipes, muitas vezes com certo grau de autonomia, necessária para que se possa atender a situações não previstas. Tudo isto se reflete no uso do Trabalho".

No entanto, esta diferenciação de tratamento do trabalho em função do tipo de produção deve ser colocada dentro de um caráter de potencialidade, possibilitada e ao mesmo tempo delimitada pela base técnica. A realidade deste tratamento, muitas vezes, apresenta uma lógica diferenciada daquela que seria previsível a partir da visão de um determinismo tecnológico. Fatos como estes decorrem das correlações político-sociais associadas ao uso da força de trabalho, que podem se tornar preponderantes quando comparadas com as determinações de ordem técnicas.

Pode-se exemplificar a questão acima através de uma pesquisa realizada por FLEURY (49) na década de 70. Esta pesquisa analisou uma amostra de empresas de seis setores indus

(49) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Produtividade e organização do trabalho na indústria. *Revista de Administração de Empresas*, Rio de Janeiro, 20(3): 19-28, jul/set. 1980.

triais-metalúrgico, mecânico, alimentos, têxteis, eletrocomunicação e plásticos. De acordo com o tipo de equipamento utilizado, forma de ordenação da produção e o tipo de relação (homem-produto ou máquina-produto) preponderante em termos da obtenção do produto, as empresas foram classificadas em não-automatizadas, semi-automatizadas e automatizadas. As empresas foram, ainda, caracterizadas em função de seu dinamismo ambiental, através de indicadores relacionados à matéria-prima, ao mercado consumidor e à mudanças ocorridas no produto ou processo de produção. Esta caracterização qualificou os ambientes das empresas em questão em quase-estacionários ou dinâmicos.

Os resultados desta pesquisa indicaram que as empresas utilizavam um mesmo esquema para a organização do trabalho, independentemente da tecnologia de produção e do grau de dinamismo ambiental. Este esquema, denominado pelo autor como rotinização do trabalho, diferia fundamentalmente dos métodos propostos pelas linhas teóricas associadas à racionalização da tarefa e do cargo, ao enriquecimento de cargos e aos grupos semi-autônomos.

O esquema da rotinização apresentava três aspectos essenciais. Primeiramente, mostrava a existência de uma estrutura de apoio à produção que possibilitava a utilização de mão de obra desqualificada. Em segundo lugar, a rotinização resultava em tarefas simples e individualizadas que facilitavam a substituição dos operários. Finalmente, a rotinização criava um sistema hierárquico de supervisão que eliminava a necessidade de contato entre os operários para a continuidade do fluxo produtivo. Assim, o processo de organiza

ção do trabalho apresentava determinações de caráter social, como diz FLEURY (50):

"Em síntese, a organização do trabalho na indústria parece refletir, principalmente, os aspectos sociais envolvidos na questão, colocando em segundo plano os fatores técni-cos relacionados ao objetivo da produtividade".

FLEURY (51) desenvolveu uma segunda pesquisa, restringindo sua amostra às empresas do setor de máquinas-ferramenta. Esta pesquisa foi realizada em 32 empresas, sendo que 25 se localizavam na Grande São Paulo e 7 no interior. Dentre elas, 23 eram nacionais e 9 estrangeiras. Das empresas nacionais, algumas eram familiares e outras de administração profissional. Uma era de grande porte, 17 eram médias (100 e 500 funcionários) e 14 eram pequenas.

Os processos de planejamento e controle do trabalho foram categorizados em três tipos básicos: processo externalizado, processo semi-externalizado e processo internalizado. Processo externalizado correspondia àquele em que o planejamento e controle do trabalho excluía totalmente o operário. No processo internacionalizado o operário era responsável pelo planejamento e controle do seu próprio trabalho. Quando havia uma responsabilidade parcial dos operários sobre as decisões de seu trabalho o processo foi consi-

(50) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Op. cit. p.25.

(51) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Op. cit. p.22.

derado semi-externalizado. O processo externalizado foi, ainda, subdividido em impessoal ou pessoal, caso os procedimentos de controle tivessem sido formalmente estabelecidos ou não. Quanto ao processo externalizado, o mesmo seria considerado centralizado se fosse de responsabilidade de uma única pessoa ou departamento, caso contrário seria tido como descentralizado.

Os resultados da pesquisa demonstraram que empresas que apresentavam processos de planejamento e controle do trabalho dentro de uma mesma categoria apresentavam poucas características comuns, o que confirmava a hipótese inicial de que a escolha do esquema de organização do trabalho por parte de uma empresa, não pode ser justificado apenas por questões técnicas.

Estes resultados parecem delimitar, portanto, os condicionamentos da tecnologia sobre a organização do trabalho, o que, se por um lado exclui o paradigma do determinismo tecnológico, também não elimina a grande influência que a tecnologia exerce sobre as formas de organização do trabalho. FLEURY (52) conclui que:

"O trabalho na produção não é organizado de forma que utilize a mão de obra de maneira eficiente, mas de forma que a desqualifique e a desorganize, minimizando a possibilidade de surgimento de conflitos dentro da fábrica. Em outras palavras, os centros de decisão sacrificam a eficiência para evitar problemas com a mão de obra.

(52) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Op. cit., p.28.

Os dados disponíveis não nos permitem ir mais adiante na discussão desta hipótese. Ela abre, entretanto, novos caminhos de investigação, pois toca em um ponto nevrálgico do sistema capitalista, que é o da contradição entre o objetivo declarado de eficiência e lucro e sua realização no campo da organização do trabalho, onde o objetivo de máxima produtividade é sobrepujado pelo da minimização dos conflitos entre capital e trabalho".

Esta situação, predominantemente nos anos 70, era gerada por um mercado em expansão, com características protecionistas aliadas a subsídios governamentais, possibilitando a ineficiência, e, simultaneamente, pelo autoritarismo político que, através de medidas repressivas, impedia a ação organizada dos operários.

Nos anos 80, no entanto, o país entra num processo de recessão econômica, com retração do mercado interno, de intensificação das exportações. É levado a um novo patamar de necessidades de eficiência e produtividade, principalmente quanto à qualidade dos produtos. Esta necessidade de um padrão de qualidade não se restringe apenas às empresas exportadoras. As fortes relações de interdependência entre as empresas ampliam esta necessidade para o mercado interno. Além do a isto, o processo de redemocratização, em especial quanto aos sindicatos, levam a uma pressão social quanto ao tratamento do trabalho. Outros fatores de ordem social e cultu

ral levam ainda à necessidade de se responder a uma intenção de maior participação dos funcionários na organização das empresas.

A partir de uma nova pesquisa, realizada nos anos 80, FLEURY (53) diz que as empresas que mudaram a sua estratégia sobre a questão de organização do trabalho, procuraram adotar modelos de racionalização da produção e introduzir novas formas de organização do trabalho. Esta racionalização do trabalho, porém, restringiu-se mais à dispensa de operários e à intensificação do trabalho, sem reestruturações mais profundas do sistema de produção.

A introdução de novas formas de organização do trabalho pode ser detectada através da utilização do enriquecimento de cargos e da formação de grupos semi-autônomos. O enriquecimento de cargos parece ter ocorrido principalmente como forma de evitar a ociosidade intrínseca às linhas de montagem, embora a nível dos trabalhadores tenha havido algumas transformações quanto ao controle sobre o ritmo de trabalho, diversidade de tarefas e identificação do produto final. A instituição de grupos semi-autônomos procura atender a objetivos de incentivo à auto-regulação e flexibilidade possibilitando aos trabalhadores um pequeno grau de autonomia, uso de diversas habilidades e a formação de grupos cooperativos.

Estas modificações, no entanto, podem ser consideradas muito tímidas, pois como destaca FLEURY (54):

(53) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Organização do trabalho na indústria: recolocando a questão nos anos 80. In: Fischer, R. M.; Fleury, M.T.L. (org.). Processo e relações de trabalho no Brasil. São Paulo, Atlas, 1985. p.51-66.

(54) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Op. cit., p.64.

"Em síntese, as modificações observadas na organização do trabalho em empresas industriais brasileiras reduzem-se a pequenas adaptações, através da aplicação de alguns princípios (não técnicas) de racionalização, da introdução de versões locais dos novos modelos de organização e da criação de alguns esquemas ditos participativos. É possível, com isso, reduzir os custos, intensificar o ritmo de trabalho, atribuir novas tarefas ao trabalhadores (caso específico dos C.C.Q.) e criar um ambiente participativo sem alterar as relações de poder no interior da fábrica".

A influência da tecnologia nesse complexo de inter-relações econômicas, políticas e sociais com a organização do trabalho é difícil de ser compreendida na sua totalidade.

O ainda pequeno grau de difusão de equipamento de base microeletrônica, característico de uma fase de transição que o país atravessa, impede conclusões mais categóricas sobre a adoção de um modelo de organização do trabalho.

Normalmente, os equipamentos são destinados a setores específicos de fábrica, destinados a resolver problemas localizados, dentro dos padrões gerais de integração e flexibilidade, associados à qualidade necessária para o padrão atual de competitividade.

Em estudo sobre a introdução da automação de base microeletrônica na indústria automobilística, CARVALHO (55) le

(55) CARVALHO, Ruy de Quadros. Op. cit., p.149.

vanta a hipótese de que numa fase de transição a introdução de automatismos microeletrônicos é combinada com o aprofundamento das formas clássicas de organização do trabalho. Sobre isto ele afirma (1987: 149):

"O resultado é a extensão da linha de montagem fordista na indústria automobilística, a transformação de um processo onde predomina o posto de trabalho autônomo e a circulação manual de peças em outro onde a circulação é automática e o trabalhador se submete a seu ritmo.

A linha de montagem fordista é uma expressão típica dos efeitos da automação clássica (dedicada) sobre a organização do trabalho. No entanto, sua extensão a novas áreas de produção está se revelando como um dos efeitos importantes da fase de transição para a tecnologia microeletrônica no Brasil".

O padrão de utilização de mão de obra no Brasil, em especial quando associado à automação, apesar de ter sido parcialmente caracterizado, não pode ser representado categoricamente por nenhum dos modelos existentes. Esta dificuldade é ainda maior em função da pequena penetração da microeletrônica no Brasil. No entanto, não se pode negar que a automação possa representar um mecanismo de legitimação da dominação e controle sobre o trabalhador. Acerca disto diz RATTNER (56):

(56) RATTNER, Henrique et alii. O impacto do comando numérico na sociedade brasileira. *Revista de Administração de Empresas*. Rio de Janeiro, 22(3): 57-66, jul/set., 1982. p.58.

"- Ademais, a introdução da tecnologia baseada em microeletrônica nas organizações produtivas tende a reforçar as posições de controle e dominação da administração sobre os produtores, tornando mais nítida a separação entre as funções de planejamento, supervisão e coordenação, e aquelas da simples execução de ordens e instruções transmitidas de cima para baixo. Transporta a nível macroeconômico e social, a nova tecnologia ressalta a ascensão e o fortalecimento da tecnologia legitimada como depositaria "do saber" e do know-how, acima dos interesses e paixões político-partidárias e ideológicas".

O próximo item deste capítulo procura destacar alguns aspectos específicos da relação entre a introdução das M.F.C.N. no Brasil e a organização do trabalho.

3.3. A Introdução de M.F.C.N. no Brasil e a Organização do Trabalho

Uma característica fundamental da M.F.C.N. é que ela incorpora, seja através de fita perfurada ou diretamente pelo computador, parcela dos conhecimentos necessários à sua operação. As atividades de planejamento do trabalho podem, desta forma, ser realizadas por outras pessoas que não os operadores/controladores das M.F.C.N., cuja capacidade de interferência no processo de produção diminui.

Esta característica, na medida em que otimiza a maneira de operação, permite segundo TAUILLE (57) um processo de automação com base taylorista:

"...as M.F.C.N. tem o efeito específico de viabilizar o emprego de princípios tayloristas de administração científica, em atividades onde o saber operário era até então detido por trabalhadores manuais (oficiais mecânicos) altamente qualificados".

A introdução de M.F.C.N. provoca, desta maneira, o desaparecimento de certas funções produtivas e a criação e transformação de outras. TAUILLE (58) ainda observa que ao mesmo tempo em que as novas atribuições dos operários são passíveis de rotinização, as novas funções, tais como programação e manutenção eletrônica, requerem novos conhecimentos. Ocorre ainda, na prática, uma possibilidade da nova base técnica permitir um processo de mobilidade vertical dentro do mercado de trabalho interno à empresa, quando um operador passa a programador, por exemplo, processo este que normalmente não ocorria na base eletromecânica anterior.

Na realidade, parece haver é uma indefinição quanto à melhor proposta de recrutamento e treinamento de mão de obra específica para M.F.C.N. Fatores contraditórios parecem concorrer entre si e, conseqüentemente, dificultam uma visão mais clara sobre a questão: de um lado existe a difi-

(57) TAUILLE, José R. Op. cit. p. 86.

(58) TAUILLE, José R. Op. cit., p. 105

culdade de adaptação de antigos profissionais às novas funções, por outro lado, a responsabilidade sobre o capital investido em máquinas caras, exerce uma pressão no sentido de alocação nestes setores dos operários mais experientes. Entretanto, a possibilidade de uma menor dependência deste profissional, considerado altamente qualificado, é justamente uma das causas que levam as empresas a investirem em M.F.C.N.

Outro fator que contribui para dificultar uma avaliação segura sobre o assunto é, novamente, o caráter incipiente do processo de difusão desta nova tecnologia, ou seja, a utilização ainda restrita destes novos recursos. Pesquisa realizada pelo SENAI/SP (59), dentro do projeto "Inovação Tecnológica e Formação Profissional" constata que as empresas se utilizam de recrutamento interno para a operação das M.F.C.N.:

"Assim sendo, esse acréscimo de M.F.C.N.s não deve ter outras implicações que não as mudanças no arranjo físico e treinamento da mão de obra, principalmente. A esse respeito, percebe-se de novo a preferência das empresas pela manutenção ou esquemas já testados, a saber: os operadores das novas M.F.C.N.s deverão ser escolhidos entre os operadores mais qualificados de máquinas convencionais (torneiros, fresadores, mandriladores), que re-

(59) SENAI/SP. Op. cit., p.53.

ceberão treinamento de curta duração dado pelos fabricantes e completarão seu aprendizado na prática, com o apoio dos profissionais "veteranos" no uso das novas tecnologias".

Tanto TAUILLE (60) quanto as pesquisas do SENAI/SP (61) detectaram ainda uma maior remuneração por parte dos operadores de M.F.C.N. quando comparados aos operadores de máquinas-ferramenta convencionais. Tauille caracterizou este diferencial como um "salário-confiança" em função do valor financeiro e estratégico do equipamento. No relatório do SENAI/SP esta remuneração mais elevada é atribuída principalmente ao fato dos operadores terem sido recrutados entre os melhores da empresa e conseqüentemente entre os que já possuíam um salário maior do que a média. As duas razões devem ser complementares na medida em que permitem entender porque para uma função com um menor tempo de formação específica se tenha uma remuneração melhor. Ao discorrer a esse respeito TAUILLE (62) diz:

"De qualquer modo, o aumento da parte fixa do salário é uma recompensa que valoriza as novas atividades na estrutura funcional das empresas, apesar do menor tempo de formação necessário para capacitar o

(60) TAUILLE, José R. Op. cit., p.109.

(61) SENAI/SP. Op. cit. p.82

(62) TAUILLE, José R. Op. cit., p.108.

trabalhador a operar as M.F.C.N. (se comparado com o tempo necessário à formação profissional para trabalhar com máquinas-ferramenta universais que procedam transformações equivalentes nas peças produzidas".

Esta linha de raciocínio leva a um entendimento de que a M.F.C.N. provoca um processo de desqualificação do operário encarregado da execução. A partir de pesquisa realizada em montadoras de automóveis, esta posição é defendida por MARQUES (63) que diz:

"Em relação ao impacto da introdução da microeletrônica na qualificação do trabalho, as observações apontam no sentido da perda do conteúdo dos trabalhos que permanecem na ferramentaria, na usinagem e mesmo na solda a ponto manual controlada eletronicamente. As eventuais tarefas que lhe são passadas, como de controle de qualidade, não impedem a perda de qualificação".

Esta identificação imediata da introdução da nova tecnologia com a desqualificação operária é fruto de uma base conceitual sobre o que seja qualificação. Marques chega a esta conclusão a partir de uma definição de qualificação restrita ao tempo de aprendizado e de instrução estritamente necessário para efetuar uma determinada tarefa. A partir de um

(63) MARQUES, Rosa M. Op. cit., p. 265.

conceito mais abrangente, que incluía escolaridade, por exemplo, o posicionamento pode ser outro, como observado em CARVALHO (64) que, a partir da pesquisa no setor de montadoras de automóveis, afirma:

"O que há de novo é a tendência para a alteração da composição da mão-de-obra, no sentido do aumento da proporção de trabalhadores qualificados, e uma significativa ampliação das exigências de escolaridade, para todas as categorias. Mas a mudança mais marcante quanto às qualificações refere-se ao papel central que passa a ocupar a confiabilidade. Paradoxalmente, no entanto, as empresas estão orientando a nova organização do trabalho em função da busca do controle. As mudanças nas características da produção e do trabalho contribuem para que esteja surgindo uma nova política de recursos humanos, que se destaca pelo objetivo de estabilizar a força de trabalho e conquistar sua cooperação".

Esta questão da confiabilidade aparece, de forma geral, em todos os autores que tratam da questão. Ela não deve, entretanto, ser tratada como algo anômalo, e sim como procedimento natural na medida em que estabelece uma relação de dependência relevante entre o bom funcionamento da empre-

(64) CARVALHO, Ruy de Quadros. Op. cit., p. 229.

sa e a participação coletiva do trabalhador, que se dá em função do nível de sofisticação dos equipamentos, maior integração do sistema produtivo e necessidade de flexibilidade para o atendimento do mercado.

Quanto ao impacto das M.F.C.N. sobre o volume de emprego, novamente o problema do caráter transitório da situação do parque industrial brasileiro dificulta a avaliação do impacto da nova tecnologia. A isto associa-se o fato de existirem poucos trabalhos aprofundados e exaustivos sobre o assunto, quando se trata de países de industrialização recente. Apesar destas dificuldades de avaliar o impacto desta tecnologia, dado seu caráter transitório e a carência de estudos na área, observa-se mesmo assim um consenso entre diversos autores de que a nova tecnologia de base microeletrônica, representada em nosso país principalmente pelas M.F.C.N., se constitui num fator potencial de diminuição do nível de emprego.

Porém, como existe a possibilidade de conquista de mercado pelas empresas que o adotam, em função de qualidade e competitividade, esta diminuição pode ser marcada pelo fato do desemprego ser gerado em empresas concorrentes, que ainda não utilizam M.F.C.N.

Além disto, muitas pesquisas sobre o assunto foram realizadas durante períodos de recessão econômica, o que também dificulta a avaliação sobre o nível de emprego especificamente associado à nova tecnologia.

Deve-se notar ainda que quando ocorre substituição de máquinas-ferramenta convencionais por M.F.C.N., evidentemente ocorre diminuição de pessoal operacional. No entanto, há criação de cargos de programadores e outros em escritó-

rios, na manutenção eletrônica, etc. Ocorre que quando já existe um certo número de M.F.C.N. instalado, o número destes cargos não aumenta mais na mesma proporção que o número de novas M.F.C.N. Exemplificando, se existe um programador para uma M.F.C.N., não necessariamente existirão dois para duas máquinas. Esta situação remete para o futuro o processo de desemprego global em função da introdução de M.F.C.N.

De forma geral pode-se dizer que a automação leva as indústrias a se tornarem mais capital-intensivas e os processos de produção reduzem o custo do trabalho no custo total, permitindo às empresas um melhor gerenciamento de sua expansão. Sobre a influência da tecnologia microeletrônica no nível de emprego, diz RATTNER (65):

"...embora exija elevados investimentos para introduzir nas fábricas e oficinas os novos equipamentos e processos, essas inversões, contrariamente à teoria econômica convencional e pela própria natureza e características da tecnologia microeletrônica, não elevam o nível de emprego em termos agregados. Em outras palavras, ocorre um fenômeno inédito na história econômica: um crescimento sem geração de empregos (Jobless Growth)".

(65) RATTNER, Henrique. *Informática e Sociedade*. São Paulo, Brasiliense, 1985. p.101.

Assim, é de se esperar que a com a aceleração do processo de difusão de M.F.C.N. em particular, e da microeletrônica, em geral, o processo de desemprego tecnológico venha a se agravar.

Essa perspectiva, no entanto, deve ser entendida dentro de um enfoque global da economia de um país, que só poderá ser verificado a longo prazo, apesar da expectativa existente.

Por outro lado, os efeitos gerados pela recusa à modernização das empresas poderá criar um quadro de desemprego ainda maior, pela perda de competitividade em mercados que mostram-se cada vez mais dinâmicos.

O custo social da recusa à inovação tecnológica pode ser, muito maior que a perda de empregos causada pela automação industrial.

Trata-se, portanto, não mais de discutir a adoção ou não de inovações tecnológicas, mas sim de como os diversos agentes sociais vão intervir neste processo. Esta intervenção é importante na medida em que podem adotar medidas que minimizem os custos sociais de automação. É nesta perspectiva que deve ser visto desde o treinamento de mão-de-obra para a nova realidade industrial, até a imposição de novas políticas industriais, que impliquem na criação, e não apenas utilização, de novas tecnologias dentro do país.

Isto leva a refletir, inclusive, sobre a reserva de mercado para informática que, se por um lado tem como proposta uma capacitação nacional, por outro leva a uma diminuição da capacidade competitiva das empresas aqui instaladas. Isto decorre, principalmente, do alto custo dos equipamentos de base microeletrônica nacionais e de sua defasagem tecnológica com similares importados.

É necessário, portanto, procurar-se uma proposta de política industrial que atenda os diversos segmentos sociais e que esteja de acordo com a realidade econômica a nível mundial, expressa hoje, principalmente, na imposição de flexibilidade e qualidade.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÃO

Para se atender aos objetivos propostos na introdução deste trabalho, procurou-se caracterizar as principais modificações referentes à organização da produção e do trabalho causadas pela introdução de tecnologia microeletrônica nas indústrias, principalmente através das MFCN. Como estas modificações foram consideradas determinadas por fatores econômicos, políticos e sociais associados a uma dada base tecnológica potencial, procurou-se identificar mais detalhadamente estas relações a partir da caracterização das modificações organizacionais.

Esta capítulo final segue esta estrutura, procurando se ater mais estritamente aos objetivos, embora sinteticamente, e tentando evidenciar, na sua parte final, alguns aspectos específicos ligados à realidade brasileira, inclusive no tocante a identificação de alguns impactos sociais.

1. AS MODIFICAÇÕES ORGANIZACIONAIS E SEUS FATORES DETERMINANTES

Os anos 80 contemplam uma situação de modificações nas orientações estratégicas das empresas, motivadas pelo

deslocamento de um mercado regido pela oferta, para um mercado dominado pela demanda. Isto significa que o mercado exige com uma velocidade cada vez maior, produtos de qualidade a preços adequados. Assim, a estratégia da empresa passa a ser centrada no consumidor, e não mais no produto.

Modificações de ordem econômica associam-se às novas tecnologias de base microeletrônica, determinando novos padrões de competição. Esta situação, ao provocar modificações nas estratégias das empresas, provocam alterações nas suas estruturas de produção.

No caso das empresas de produção contínua, a introdução da microeletrônica pode ser considerada apenas um fator incremental do processo de automação, que já vem ocorrendo há bastante tempo. Porém, nas indústrias do tipo intermitente, em especial na área mecânica, ocorre um salto qualitativo, onde as necessidades de integração e flexibilidade levam inclusive a um questionamento dos tradicionais princípios fordistas e tayloristas.

O sistema de produção em massa é pressionado pela redução do ciclo de vida do produto, e a necessidade de otimização do capital fixo e circulante substitui a ideia central do taylorismo, de intensificação do trabalho vivo.

Mesmo algumas indústrias cujas características produtivas se aproximam das indústrias do tipo contínuo, como a automobilística por exemplo, passam a apresentar uma necessidade de maior flexibilidade, em função da exigência de diversificação dos produtos.

Por outro lado, o aspecto de complementariedade funcional entre os diversos tipos de máquinas, desenvolvidas a partir da base microeletrônica, propiciam uma continuidade

de de fluxo, permitindo às indústrias do tipo intermitente se aproximarem da lógica de produção das indústrias de fluxo contínuo. Sobre isto diz CARVALHO (66):

"Nos países que estão na fronteira tecnológica, a microeletrônica aplicada à produção de produtos discretos está mostrando uma tendência à superação da descontinuidade característica deste tipo de produção. Em outros termos, está aproximando sua racionalidade da racionalidade da produção em fluxo contínuo".

Estas diversas inovações tecnológicas podem ser agrupadas em meios de operação, de movimentação e de informatização. AS MFCN se enquadram dentro do primeiro grupo, ou seja, de máquinas responsáveis pelos meios de operação. A principal modificação na organização da produção referente à introdução de MFCN, é a flexibilidade.

Flexibilidade, como definida anteriormente, pode ser entendida como a capacidade de uma empresa em se adaptar rapidamente, e a baixo custo, às mudanças de mercado. Estas mudanças podem se dar tanto a longo prazo, pela eliminação ou criação de novos produtos, quanto a curto prazo, pelas variações da demanda.

Esta necessidade de flexibilidade está associada tanto à maximização do capital fixo, numa perspectiva de lon

(66) CARVALHO, Rui de Quadros. Op. cit. p.95.

go prazo, quanto à minimização do capital circulante. Esta minimização é decorrente da redução do tempo de preparação das MFCN, quando comparadas às máquinas-ferramenta convencionais. Isto propicia a viabilidade da produção de pequenos lotes que, por sua vez, se insere dentro das novas condições de competição, impostas pelo mercado.

Assim, fatores de ordem econômica, aliados a outros de ordem política e social, são determinantes sobre quais tecnologias são utilizadas por determinada sociedade. Sobre estas relações VARGAS (67) diz que:

"A tecnologia industrial, para sua legitimação, necessita do aval da prática produtiva, mesmo que muitas de suas questões técnicas tenham sido resolvidas em laboratório. Assim, qualquer mudança exige experiências produtivas baseadas em novos paradigmas, que fogem às determinações econômicas e sociais presentes e que vão servir de modelo para uma nova orientação tecnológica".

A característica de flexibilidade associada às MFCN permite um abandono parcial da tradicional economia de escala e, conseqüentemente, uma diminuição dos estoques em pro-

(67) VARGAS, Nilton. Os paradigmas da tecnologia e o subdesenvolvimento. *Revista Brasileira de Tecnologia*. Brasília, 15(3): 18-24, mai/jun. 1984. p.19.

cesso. É um processo de substituição de enfoque, da automação dedicada para a automação flexível.

Somente a inovação tecnológica não supera, porém, o entrave de baixa produtividade inerente à fabricação flexível. A dicotomia produtividade x flexibilidade, para ser rompida, necessita de modificações a nível organizacional, que possibilitem este avanço. É neste sentido que se desenvolvem técnicas como a tecnologia de grupo e as células de fabricação. Desta forma, cria-se uma forma organizacional de utilização da microeletrônica que responda às exigências do mercado.

Portanto, a flexibilidade, associada à instabilidade dos mercados, que acabam definindo novas modalidades de concorrência, é fruto da possibilidade de programabilidade que as novas tecnologias de informação permitem transferir para as máquinas-ferramenta e manipuladores industriais.

Trata-se de uma flexibilidade associada à possibilidade de fabricação simultânea de produtos diferentes; à capacidade de adaptação às flutuações no volume de produção e à possibilidade de redirecionamento dos produtos em processo para locais de trabalho livres. Permite, assim, uma maximização dos prazos de amortização dos agrupamentos.

Outra característica inovadora associada à utilização da microeletrônica nas indústrias diz respeito à integração do sistema informativo ao sistema produtivo. Esta integração permite potencialmente o gerencialmente, desde o projeto até a fabricação, a partir de uma única base de dados. Provoca, desta forma, também mudanças administrativas, inclusive quanto a estrutura interna de poder, redefinindo funções e deslocando áreas de decisão.

A característica de integração, embora baseada nos princípios tayloristas e fordistas de economia de tempos, desloca o eixo de intensificação do trabalho vivo para a eliminação dos tempos mortos, através da redução dos tempos de circulação e elevação do nível de ocupação das máquinas. Neste caso, o ritmo do processo de trabalho passa a ser determinado predominantemente pelas máquinas, novamente aproximando a lógica da produção intermitente da produção contínua.

A integração, baseada na utilização de computadores é essencial para aliar a flexibilidade com a produtividade, associando o processo de produção com o fluxo de informação.

Destaca-se, no entanto, que estas duas características do processo produtivo, ou seja, integração e flexibilidade, associados à nova base técnica microeletrônica, na medida em que diminuem o custo variável, provocam um grande aumento nos custos fixos. Segundo um executivo de uma grande empresa multinacional, da área mecânica, no interior de São Paulo, seriam necessários 39 milhões de dólares para que sua unidade industrial pudesse apenas regularizar seu fluxo de produção, num processo de implantação de células de fabricação. Este investimento, ocorreria sem que houvesse necessariamente um aumento da capacidade instalada.

Deve-se, no entanto, destacar que este investimento proporciona um alargamento nos horizontes de sinergia positiva das empresas, na procura de novos mercados.

Estas características referentes ao processo de introdução de tecnologia microeletrônica, em especial das MFCN, associam-se ainda a novas formas de gestão da produção, como o Kanban e o MRP-II. Todas estas inovações vão levando à construção dos conceitos de manufatura integrada por computador e sistemas flexíveis de manufatura.

Os caminhos percorridos pelas modificações na organização da produção podem se basear mais caracteristicamente em inovações organizacionais, ou em inovações tecnológicas. Considerando-se estes dois polos é que se pode, como fez CORIAT (68), enquadrar as formas de inovação como sendo produtos de um "enrijecimento tecnológico", ou de "autêntica inovação organizacional". No primeiro caso, estariam a Linha de Fabricação Rígida e o MRP-II. A Linha de Fabricação Rígida nada mais seria do que a linha fordista tradicional com substituição de homens por máquinas. O MRP-II é totalmente embasado no desenvolvimento de novas tecnologias computacionais. No segundo caso, poderia se enquadrar o Kanban, que não é necessariamente associado com qualquer forma de automação.

Como situação intermediária, poderiam ser caracterizadas a Linha Assíncrona de Montagem e a Linha Integrada Flexível. A primeira mantendo a ênfase manual na montagem, só que com gestão informatizada das circulações, dentro da lógica de economia de tempos taylorista, mas rompendo com a rigidez da linha fordista. A segunda procurando automatizar os postos de trabalho e fazendo com que a circulação ocorra através de redes flexíveis, tudo controlado por computadores.

A introdução da tecnologia microeletrônica tem, portanto, alterado profundamente a estrutura dos sistemas de produção intermitentes. De forma geral, pode-se identificar uma tendência destes sistemas se aproximarem de um sistema em fluxo.

(68) CORIAT, Benjamin. Op. cit. p.55.

Esta situação cria modificações nas qualificações referentes aos operários. Se, por um lado, num sistema automatizado, seu trabalho se concentra mais na monitoração das máquinas, por outro, o alto custo dos equipamentos requer atenção e cooperação em grupo. Estas características se enquadram dentro de uma perspectiva de esgotamento parcial do taylorismo. Esta decorrência é causada tanto pela existência de tempos improdutivos oriundos do desbalanceamento das linhas de produção, quanto pela instabilidade social decorrente de um grande número de trabalhadores não qualificados submetidos a um ritmo intenso e a baixas condições de trabalho.

Assim, o desenvolvimento tecnológico e organizacional do processo produtivo tem forte interrelação com o desenvolvimento econômico, bem como com fatores de ordem social e política. A discussão apenas ao nível técnico mostra só a transformação da base técnica da produção. No entanto, só esse aspecto não permite que se perceba as consequências da introdução da microeletrônica na sua totalidade. A compreensão sobre a automação de base microeletrônica deve associar o conhecimento técnico à este parcial esgotamento do taylorismo, à instabilidade dos mercados e às novas formas de relação de trabalho, que são inerentes ao processo de automação, como diz CORIAT (69):

"A oficina automatizada é hoje a arena onde se decide sobre questões referentes à natureza dos conhecimentos necessários ao exer-

(69) CORIAT, Benjamin. Autômatos, robôs e classe operária. *Novos Estudos*. CEBRAP, 2(2): 31-38, jul., 1983. p.31.

cício das novas tarefas, às formas de seu reconhecimento nos sistemas de classificação de funções, ou à redefinição da hierarquia de funções operária e técnica".

O desenvolvimento desta nova base tecnológica provoca uma diminuição da ação humana sobre o ritmo e qualidade do trabalho. Ao mesmo tempo baseia-se na cooperação no trabalho, de acordo com princípios da escola sócio-técnica.

Neste processo de automação, teoricamente, as tarefas executadas por operários altamente qualificados podem ser realizadas por operários menos qualificados. Possibilita-se também uma maior centralização do planejamento e do controle da produção. Por outro lado, existe a necessidade de uma força de trabalho voltada para a flexibilidade e cooperação, com grande responsabilidade. No limite, esta dicotomia pode ser expressa por uma citação de um executivo da área de máquinas-ferramenta, reproduzida por SCHMITZ (70):

"Se você tem um centro de usinagem de 500.000 dólares, você não quer que um palhaço aperte um botão errado, mesmo que a máquina tenha todos os mecanismos de segurança internos já inventados".

(70) SCHMITZ, Hubert. Automação microeletrônica e trabalho: a experiência internacional. _____; Carvalho, R. (org.). Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional. São Paulo, Hucitec, 1988. p.164.

Não há como negar, no entanto, que a introdução de MFCN, por exemplo, promove a eliminação de certas funções profissionais e o aparecimento de outras, e que a capacidade de interferência do operador no processo de produção diminui. O próprio desenvolvimento tecnológico, contudo, tem permitido dotar o sistema operacional do comando numérico de sub-rotinas, e desenvolvido novas linguagens, que propiciam uma facilidade de programação na própria máquina. Novamente aqui são fatores externos que vão delimitar este processo de qualificação/desqualificação.

A própria concepção de qualificação é um conceito social. Caso ela seja caracterizada estritamente a partir do tempo de aprendizado e instrução para a execução de uma determinada tarefa, é possível que se conclua por um processo de desqualificação operária. Caso se utilize de um conceito mais abrangente, que inclua escolaridade, raciocínio abstrato, etc, pode-se chegar a conclusão diferente.

2. ALGUNS ASPECTOS DA SITUAÇÃO BRASILEIRA

Com relação ao processo de introdução e difusão de MFCN no Brasil, é necessário compreender a posição do país dentro de um quadro de inserção na dinâmica do capitalismo mundial. Esta dinâmica, assentada na instabilidade dos mercados, desenvolve novos padrões de competitividade que podem ser representadas pela diversificação de produtos e novos quesitos de qualidade.

Dentro deste quadro, as empresas multinacionais, que ocupam papel de destaque no país quanto à utilização de MFCN,

a partir de uma política de divisão de trabalho interna, levam a uma disseminação das novas tecnologias. Elas se transformam em instrumentos da internacionalização e consequente homogeneização das técnicas de produção.

Além disto, nos anos 80, o país atravessa uma situação de impasse quanto à dívida externa. Não há mais entrada de capitais externos para financiar o desenvolvimento. Os empréstimos dirigem-se quase exclusivamente para a rolagem da própria dívida. Desta forma, não resta outra alternativa para a obtenção de divisas além das exportações. Esta situação recoloca novamente a questão da participação do país no mercado mundial, e a consequente imposição de padrões internacionais de qualidade e produtividade.

Também as relações capital-trabalho acabaram provocando uma maior velocidade de difusão de MFCN no Brasil, nos anos 80. Esta situação foi provocada por um processo de redemocratização, que modificou a situação de repressão aos sindicatos, e de alta rotatividade de mão-de-obra, características marcantes nos anos 70.

A mudança nos padrões de competitividade também leva as empresas a adotarem novas formas de organização do trabalho, abandonando, ainda que parcialmente, a forma denominada por FLEURY (71), como "rotinização do trabalho". A minimização dos conflitos capital-trabalho perde importância para o binômio produtividade e cooperação.

(71) FLEURY, Afonso Carlos Correa. Produtividade e organização do trabalho na indústria. Revista de Administração de Empresas. Rio de Janeiro, 20(3): 19-28, jul/Set. 1980. p.24.

Apesar desta conjuntura favorável à disseminação de novas tecnologias baseadas na microeletrônica, pode-se considerar que o Brasil atravessasse ainda uma fase de introdução destas inovações. O número de unidades C.N.C. implantadas, até o final de 1988, deve ter se aproximado de 4.000 unidades. Este número representa menos de 1% do parque de máquinas-ferramenta convencionais instaladas.

Diversos fatores concorrem para frear este processo de difusão. O maior obstáculo apontado geralmente indica o alto custo das máquinas nacionais, principalmente quando comparadas às suas similares produzidas em outros países. Este fato é agravado pela crise econômica e conseqüentemente pelas limitações de financiamento. Colaboram com esta situação também o desconhecimento dos equipamentos de base microeletrônica, além da necessidade de reorganização da produção e do trabalho, que implicam numa limitação à velocidade desta difusão.

Esta constatação, obtida a partir das pesquisas analisadas, e das visitas às empresas que se utilizam desta tecnologia, impediram o aprofundamento deste trabalho, no sentido de delinear os impactos referentes à utilização de MFCN no Brasil. Também fica prejudicada a obtenção de um padrão de reorganização da produção predominante no país.

Entretanto, algumas questões podem ser destacadas. De forma geral, as empresas adotaram as MFCN no intuito de solucionar problemas específicos, tais como melhoria de qualidade, redução de estoques, etc. Desta forma, não ocorreram grandes alterações que pudessem determinar inovações organizacionais. Mesmo empresas que tenham proposta de reorganização de todo o seu setor produtivo, adotando células de

fabricação, limitaram-se a modificações parciais, utilizando-se de equipamentos já existentes, na sua maioria convencionais. As adaptações objetivaram um ganho de flexibilidade, através de células-piloto, sem maiores investimento de capital, e com condicionantes de no mínimo manter a capacidade produtiva. Esta situação é difícil na medida em que a reorganização da produção através de MFCN e células de fabricação requerem grande investimento de capital, para a obtenção dos resultados desejados.

Quanto aos impactos referentes à introdução das MFCN sobre o trabalho, novamente a etapa de transição em que o país se encontra dificulta avaliações mais detalhadas. Assim é que, por exemplo, a possibilidade de um menor custo do fator trabalho só poderá ser sentido na medida em que este processo se consolidar. A mesma avaliação pode ser adotada quanto à qualificação do trabalho. Sobre esta situação fiz TAUILLE (72):

"Num primeiro momento, de implantação e de transição da base técnica, o custo do trabalho cresce, pois de um lado ele é escasso e de outro sua formação-padrão inclui os conhecimentos profissionais relativos à base técnica que está sendo substituída".

(72) TAUILLE, José Ricardo. Automação microeletrônica e competitividade: tendências no cenário internacional. SCHMITZ, H.; CCARVALHO, R. (org.). Automação, competitividade e trabalho: a experiencia internacional. São Paulo, Hucitec, 1988. p.67.

Um operador de MFCN neste estágio de difusão, portanto, tem que saber trabalhar tanto com as MFCN quanto com máquinas-ferramenta convencionais. Trata-se de uma situação atípica de superqualificação. Esta prática foi inclusive encontrada numa grande empresa fabricante de MFCN, além de grande usuária. Neste caso, um dos seus executivos, defendeu o recrutamento de operadores de MFCN entre os mais experientes, para a proteção do capital investido. Segundo ele, estes trabalhadores "podem perceber um mau funcionamento apenas pelo barulho das máquinas".

O que se pode notar, portanto, é que as MFCN criam uma possibilidade de desqualificação, que se efetivará ou não em função de uma política administrativa da empresa. Esta poderá estar orientada para uma maior ou menor intervenção dos operários na reprogramação da máquina. Esta situação torna-se clara, por exemplo, em uma fábrica de engrenagens, onde o setor de ferramentaria tinha grande amplitude de ação, ao passo que no setor operacional propriamente dito, a intervenção do operário só ocorria na alimentação das máquinas, ou quando ocorria algum tipo de problema. Sobre esta orientação administrativa, nas montadoras de automóveis, CARVALHO (73) diz que:

"No caso das montadoras brasileiras, prevaleceu a orientação para o controle. As empresas introduziram a automação microeletrônica, associada a certos esquemas de orga-

(73) CARVALHO, Ruy de Quadros. Op. cit. p.222.

nização do trabalho, de uma maneira que expandiu o controle técnico sobre o conteú-do e o ritmo do trabalho, em detrimento da autonomia dos trabalhadores na condução do seu trabalho e do processo produtivo".

No entanto, este próprio autor reconhece que no processo de automação, seja pelo capital investido, pela necessidade de flexibilidade ou pela necessidade de trabalho em grupos, procura-se, nestes mesmos setores, trabalhar com profissionais com maior escolaridade, dentro de uma política de relação capital-trabalho baseada na cooperação. Assim, CARVALHO (74) explicita que:

"Em síntese, percebemos que o objetivo das políticas de recursos humanos adotadas hoje no setor automobilístico é o de desenvolver o espírito cooperativo numa mão - de-obra com um melhor nível de escolaridade. Para isto elas buscam estabilizar a relação de emprego e desenvolver novas formas de relacionamento com os trabalhadores".

Quanto ao impacto das MFCN sobre o volume de emprego em países em desenvolvimento, novamente a situação introdutória da nova tecnologia dificulta posicionamentos definitivos. Pode-se apenas detectar um nível potencial de per-

(74) CARVALHO, Ruy de Quadros. Op. cit. p.227.

da de empregos, em função da adoção de tecnologias microeletrônicas. Uma avaliação quantitativa sobre a questão só poderá ser feita, em bases concretas, no futuro, quando este processo estiver mais consolidado.

Esta potencialidade de desemprego remete à discussão de se adotar ou não estas inovações. Ocorre que a não adoção implica em perda de competitividade na economia mundial. A perda de empregos, neste caso, pode vir a ser mais significativa que a causada pela utilização da microeletrônica. A longo prazo, este quadro poderá adquirir características de irreversibilidade, enquanto no caso da automação industrial, a efetivação de políticas industriais, a partir da ação dos diversos segmentos sociais, poderão minimizar seu custo social. Evidentemente este ponto de vista só é possível a partir do pressuposto básico expresso nos objetivos deste trabalho, ou seja, de que a utilização de determinada forma tecnológica é mediada por relações políticas, sociais e econômicas.

A questão central não deve ser a adoção ou não de novas tecnologias, mas sim em que condições elas deverão ser adotadas. Deve-se evitar, por exemplo, que as novas tecnologias sejam simplesmente importadas. Isto implica na criação de empregos paralelos em outras áreas, reduzindo o impacto sobre o volume total de empregos.

Desta forma, uma ação conjunta de governos, empresas, sindicatos, etc, podem minimizar os custos sociais do processo de automação, fazendo com que estes custos sejam bem menores que aqueles causados pela exclusão de setores produtivos do país do mercado mundial.

Estas políticas industriais necessárias, no entanto, não devem ser imediatamente identificadas com a atual lei de reserva de mercado para a informática. A situação atual parece impor uma velocidade muito lenta ao já difícil processo de difusão tecnológico, e conseqüentemente, traz dificuldades à busca de competitividade pelas empresas nacionais.

A internalização das atividades relacionadas com o processo de automação industrial, deve ainda passar por um processo de revisão, talvez em novas bases menos isolacionistas. Deve-se levar em consideração ainda as potencialidades geradas pela microeletrônica, que podem diminuir as vantagens relativas de produção em países periféricos, pela diminuição do custo de mão-de-obra, na composição de custos do produto final. A multiplicação de dificuldades poderiam levar as empresas multinacionais a procurarem reverter suas políticas internas de divisão do trabalho, modificando o quadro de internacionalização da produção dentro do enfoque de capitalismo mundial, adotado neste trabalho.

Toda esta problemática remete a questões em aberto, que deverão continuar a ser desenvolvidas, como decorrência natural deste trabalho. Desta maneira, não se pretendeu apresentar aqui, todo o complexo quadro resultante do processo de automação industrial; nem tampouco responder à todos os problemas de organização da produção e do trabalho, associados a este processo; mas sim contribuir com a discussão em torno deste tema.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINHO, Oswaldo L. Estudo da Flexibilidade dos Sistemas Produtivos. Tese de Doutorado, EESC-USP, São Carlos, 1985.
- AGOSTINHO, Oswaldo L.; LIRANI, João. Flexibilidade da manufatura: o que é e como medi-la. Anais 8º Seminário de Comando Numérico no Brasil e 4ª Jornada Internacional de Automa-tização Industrial. São Paulo, 1988, p.6.01-6.20.
- BRAVERMAN, Harry. Trabalho e Capital Monopolista. Rio de Janeiro, Zahar, 1980.
- BRUNO, Lúcia; SACCARDO, Cleusa (Org.). Organização, Trabalho e Tecnologia. São Paulo, Atlas, 1986.
- BUFFA, Elwood S. Administração da Produção. Rio de Janeiro, L.T.C., 1979.
- BURBIDGE, John L. Planejamento e Controle da Produção. São Paulo, Atlas, 1983.
- CARVALHO, Ruy Q. Tecnologia e Trabalho Industrial. Porto Alegre, L & PM, 1987.
- CARVALHO, Wilson M. CIM - Introdução da Manufatura Celular. Anais 7º Seminário de Comando Numérico no Brasil e 3ª Jornada Internacional de Automa-tização Industrial. São Paulo, 1987. p.01.01-01.36.

- CORIAT, Benjamin. Autômatos, Robôs e Classe Operária. Novos Estudos, São Paulo, 2(2): 31-38, Jul. 1983.
- CORIAT, Benjamin. La Robotique. Paris, La Decouverte/MASPERO, 1983.
- C.F.D.T. Los costes del progreso. Madrid, H. Blume, 1978.
- DINA, Angelo, A fábrica automática e a organização do trabalho. Petrópolis, Vozes, 1987.
- DOUMEINGTS, Guy; CARTER, William (Org.). Advances in production management systems. Amsterdam, Elsevier Science, 1984.
- DURAND, Claude. El trabajo encadenado. Madrid, H. Blume, 1978.
- ERBER, Fábio S. Microeletrônica: reforma ou revolução. Revista Brasileira de Tecnologia. Brasília, 15(1): 20-24, Jan/Fev. 1984.
- FENSTERSEIFER, Jaime E.; BASTOS, Ricardo M. O grau de informatização dos sistemas de gestão da produção das grandes empresas industriais no Brasil. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, 28(3): 29-42, jul./Set. 1988.
- FISCHER, R.M.; FLEURY, M.T.L. (org.). Processo e relações de trabalho no Brasil. São Paulo, Atlas, 1985.
- FLEURY, Afonso C.C. Análise a nível de empresa dos impactos da microeletrônica sobre a organização da produção e do trabalho. São Paulo, Escola Politécnica-USP, 1988. mimeo.
- FLEURY, Afonso C.C. Automação, organização do trabalho e produtividade. Engenharia de Produção - Fundação Alberto Vanzolini. São Paulo, nº 1: 17-22.
- FLEURY, Afonso C.C.; VARGAS, Nilton. Organização do trabalho. São Paulo, Atlas, 1983.

GARCIA, Fernando C. et alii. Organização do trabalho e resposta sindical. Revista Brasileira de Tecnologia. Brasília, 15(4): 5-11, jul./Ago. 1984.

GONÇALVES FILHO, Eduardo V. Introdução à tecnologia de grupo: um novo enfoque em sistema de produção. Dissertação de Mestrado - EESC-USP, São Carlos, 1982.

GORZ, André. Crítica da divisão do trabalho. São Paulo, Martins Fontes, 1980.

HEGLAND, Donald E. CAD/CAM integration - key to the automatic factory. Production Engineering, Agosto 1981, p. 31-35.

LAPLANE, Mariano F. et alii. Produção e difusão internacional de máquinas-ferramenta com comando numérico, robôs industriais e sistemas de CAD: Questões para o Brasil. Anais 6º Seminário de Comando Numérico no Brasil e 2ª Jornada Internacional de Automatização Industrial. São Paulo, p.21.01-21.17.

MACHADO, Aryoldo. Comando numérico aplicado à máquinas-ferramenta. São Paulo, Icone, 1986.

MACHLINE, Claude et alii. Máquinas-ferramenta de controle numérico: efeitos administrativos de sua introdução na indústria nacional. Revista de Administração de Empresas. Rio de Janeiro, 22(2): 5-21, abr/jun. 1982.

MACHLINE, Claude et alii. Manual de Administração da Produção. 7a. ed., Rio de Janeiro, F.G.V., 1984. 2v.

MARQUES, Rosa M. Automação microeletrônica e organização do trabalho - um estudo de caso na indústria automobilística brasileira. Dissertação de Mestrado, PUC/SP, São Paulo, 1987.

MICHALET, Charles-Albert. O capitalismo mundial. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1984.

- MOCSÁNYI, Dino C. Integrando MRP-II com just-in-time. Anais 8º Seminário de Comando Numérico no Brasil e 4ª Jornada Internacional de Automatização Industrial. São Paulo, 1988, p.11.01-11.25.
- MOTTA, Fernando C.P. Teoria das organizações: evolução e crítica. São Paulo, Pioneira, 1986.
- MOURA, Reinaldo A. Flexibilidade total homem x máquina. São Paulo, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1987.
- MOURA, Reinaldo A.; UMEDA, Akio. Sistema Kanban de manufatura "just-in-time". São Paulo, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1984.
- MÜLLER, Geraldo. Introdução à economia mundial contemporânea. São Paulo, EDUC/Ática, 1987.
- NEDER, Ricardo T. Tecnologia e Democracia: O que pensam empresários e trabalhadores sobre a participação e gestão de mão de obra em cenários de inovação tecnológica. Anais 8º Seminário de Comando Numérico no Brasil e 4ª Jornada Internacional de Automatização Industrial. São Paulo, 1988. p.14.01-14.13.
- RAPPEL, Eduardo. Gestão e administração do processo tecnológico. Revista Brasileira de Tecnologia. Brasília, 13(5): out./nov. 1982.
- RATTNER, Henrique. Informática e Sociedade. São Paulo, Brasiliense, 1985.
- RATTNER, Eduardo et alii. O impacto do comando numérico na sociedade brasileira. Revista de Administração de Empresas. Rio de Janeiro, 22(3): 57-66, jul./set. 1982.
- RODRIGUES, Suzana B. A informática na organização e no trabalho. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, 28(3): 43-50, jul/set. 1988.

- RUSSOMANO, Victor H. Comparação entre MRP-II e J.I.T. Anais VIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, EESC-USP, 1988. p.129-134.
- SCHMITZ, Hubert; CARVALHO, Ruy Q. Automação, competitividade e trabalho: A experiência internacional. São Paulo, Hucitec, 1988.
- SECRETARIA ESPECIAL DE INFORMÁTICA. Anais Simpósio Impactos Sócio-Econômicos da Informática - Os Efeitos da Automação. Brasília, 1984.
- SENAI/SP. Relatório parcial do projeto Inovação Tecnológica e Formação Profissional. São Paulo, 1985.
- SOARES, Angelo S. A automação e o terceiro mundo. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, 28(3): 63-69, jul./set. 1988.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMANDO NUMÉRICO E AUTOMATIZAÇÃO INDUSTRIAL. Boletins, Ano III, N°s 27/28, 29/30, 31/32, Ano IV N°s 38/39.
- TAUILLE, José R. Automação microeletrônica no Brasil. Revista Brasileira de Tecnologia, 19(2): 48-54, fev. 1988.
- TAUILLE, José R. Microeletrônica, automação e desenvolvimento econômico: o caso das máquinas-ferramenta com comando numérico no Brasil. Tese de Doutorado, New School for Social Research, Nova Iorque, 1984.
- TAUILLE, José R. Robótica: reflexões sobre um novo limiar. Revista Brasileira de Tecnologia, 16(5): 5-18, set./out. 1985.
- TAYLOR, F. Princípios de administração científica. São Paulo, Atlas, 1980.
- THORSTENSEN, Vera H. Informatização das empresas: velhos conceitos em cheque. Revista Brasileira de Tecnologia, 16(2): 48-53, mar./abr. 1985.

VARGAS, Nilton. Os paradigmas da tecnologia e o subdesenvolvimento. Revista Brasileira de Tecnologia, 15(3): 18-24, mai./jun. 1984.

WECK, Manfred. Handbook of machine tools. v.3. Automation and Controls. Inglaterra, Wiley Heiden, 1984.

WEIGEL, Udo. Sistemas flexíveis de usinagem. Anais 4º Seminário de Comando Numérico no Brasil. São Paulo, 1984, p.3.1-3.24.

WOODWARD, J. Organização industrial. Teoria e prática. São Paulo, Martins Fontes, 1980.