

J/IEI
UU

460-5

o de Janeiro

INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 100
AUTOMAÇÃO E COMPETITIVIDADE.
TENDÊNCIAS NO CENÁRIO
INTERNACIONAL

José Ricardo Tauile

Agosto/1986

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL



43 - 016333

AUTOMAÇÃO E COMPETITIVIDADE. TENDÊNCIAS NO CENÁRIO INTERNACIONAL

José Ricardo Tauile*
Instituto de Economia Industrial
Faculdade de Economia e Administração
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro, abril de 1986

*Participaram do projeto: Maurício Mesquita Moreira (pesquisador); Carlos Eduardo Melo de Oliveira (pesquisador); Estevão Mandelert (auxiliar de pesquisa); Hubert Schmitz (consultor) e Fábio Stefano Erber (consultor). Agradeço especialmente as participações de: Maurício, na elaboração das seções III.1, III.2 e III.7; Melo, na seção II.3; Fábio na seção III.6; Hubert na formulação do projeto e nas cuidadosas sugestões que levaram ao presente texto; Estevão pela tradução do apêndice; Luiz Antônio Catão e Carlos Eduardo Young por ajudas diversas e revisão final; Sebastiana de Souza Barros e Thelma Silva Teixeira pela datilografia, a quem isento de responsabilidade pelas falhas encontráveis neste texto.

A versão preliminar deste texto está sendo copiada numa edição limitada como Texto de Discussão do I.E.I., por especial deferência da Organização Internacional do Trabalho.

ANPEC

Este trabalho foi impresso
com a colaboração da ANPEC

BRASIL 1986

FEA - UFRJ
BIBLIOTECA
Data: 10/11/86
N.º

034460-5
US 88828

3
UFRJ/iei
TD 100

FICHA CATALOGRÁFICA

Tauile, José Ricardo
Automação e Competitividade. Tendências no ce
nário internacional.
--Rio de Janeiro, UFRJ/FEA/Instituto de Economia
Industrial, 1986.
164 p.--(Texto para Discussão; n.100)

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I - INTRODUÇÃO | 1 |
| I.1 - Objetivos do estudo | 1 |
| I.2 - Fontes de informação, problemas e limitações | 2 |
| II - ATRIBUTOS/ MOTIVOS/ DETERMINANTES DA AUTOMAÇÃO COM BASE NA MICROELETRÔNICA | 4 |
| II.1 - Custos do fator trabalho | 7 |
| II.2 - Condições de trabalho | 9 |
| II.3 - Qualidade | 10 |
| II.4 - Flexibilidade | 12 |
| II.5 - Capital fixo e circulante | 14 |
| II.6 - Controle | 17 |
| II.7 - Acesso à tecnologia | 19 |
| II.8 - Fatores de freio | 19 |
| III - SETORES | 23 |
| III.0 - Introdução | 23 |
| III.1 - Têxtil | 24 |
| III.1.a - Aspectos Gerais | 24 |
| III.1.b - Tecnologia | 25 |
| III.2 - Vestuário/Confecções | 36 |
| III.2.a - Introdução | 36 |
| III.2.b - Estrutura de custos | 38 |
| III.2.c - Aplicações e impacto da microeletrônica na indústria de confecções | 41 |
| III.2.d - Difusão | 52 |
| III.2.e - Implicações para o Terceiro Mundo | 55 |
| III.3 - Processo de alimentos e bebidas | 56 |
| III.3.1 - Características Gerais | 56 |

| | |
|---|-----|
| III.3.2 - A microeletrônica no controle do processo produtivo | 58 |
| III.3.3 - Casos de aplicação | 59 |
| III.4 - Máquinas-Ferramenta | 63 |
| III.4.1 - Características do setor | 63 |
| III.4.2 - Automação, Flexibilidade e Competitividade: a liderança japonesa | 67 |
| III.4.3 - Observações finais | 72 |
| III.5 - Automobilística | 75 |
| III.5.1 - Principais características históricas | 75 |
| III.5.2 - A ME e a nova fase da indústria automobilística | 80 |
| III.5.3 - Considerações finais | 88 |
| III.6 - Indústria eletrônica | 91 |
| III.6.1 - Características gerais | 91 |
| III.6.2 - Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) | 92 |
| III.6.3 - Produção | 97 |
| III.7 - Telecomunicações | 108 |
| III.7.a - Objetivos, definição e âmbito | 108 |
| III.7.b - Progresso técnico - impostos a nível de produto e processo | 109 |
| III.7.b.1 - Produtos | 109 |
| III.7.b.2 - Processo e automação | 114 |
| III.7.c - Impactos do Desenvolvimento tecnológico sobre a Estrutura Industrial e padrão de competição | 117 |
| III.7.d - Os impactos a nível do Terceiro Mundo | 123 |
| IV - CONCLUSÕES | 127 |
| APÊNDICE I | 135 |
| APÊNDICE II | 146 |
| BIBLIOGRAFIA | 156 |

INTRODUÇÃO

I.1 - Objetivos do estudo

Este estudo tem por objetivo avaliar, de modo abrangente, a relação entre o processo de automação com base na microeletrônica e os padrões de concorrência na indústria manufatureira dos países desenvolvidos. As conseqüentes implicações para os países em desenvolvimento, apesar de referidas ao longo do texto (pois são de interesse e bastante pertinentes), não constituem o cerne deste trabalho. Um outro estudo, em fase de conclusão, tratará das questões aqui abordadas especificamente para o caso brasileiro.

Trata-se aqui, de identificar as principais características da mudança da base técnica da produção manufatureira pela difusão de equipamentos automatizados pela microeletrônica e como as estruturas de diversos setores da indústria, nos países desenvolvidos, têm sido conseqüentemente afetados.

pretende-se reunir elementos para compreender melhor as especificidades dos principais fatores de estímulo e de freio dos novos processos de automação, isto é, sua dinâmica e como esta relaciona-se com o processo de concorrência.

Este trabalho buscará inicialmente alinhar os prin

cipais atributos, motivos e determinantes que fazem com que a automação com base na microeletrônica modifique os padrões de concorrência. Assim, serão tratados aspectos como: alterações nos padrões de qualidade, aumento de flexibilidade, redução nos custos de trabalho, de capital fixo e de capital circulante, as novas formas de controle, etc.

O capítulo seguinte seleciona alguns setores industriais, como têxtil, confecções, alimentos e bobinas, máquinas-ferramenta, eletrônica e telecomunicações e procura verificar como está o estado das artes, nos países desenvolvidos, em termos da efetiva utilização das novas técnicas automatizadas e suas implicações para o processo de concorrência.

Dois apêndices fazem uma sinopse da análise setorial do avanço das técnicas relacionadas à tecnologia informática nos países desenvolvidos e mostram seu impacto diferenciado nas diferentes economias mundiais.

I.2 - Fontes de informação, problemas e limitações

Este relatório é baseado, na experiência prévia do autor sobre aspectos específicos do tema proposto e numa revisão da bibliografia internacional disponível, a que se pode ter acesso em tempo hábil. Muito se tem escrito sobre a questão da automação com base na microeletrônica, porém raramente sobre sua vinculação direta e específica com o processo de concorrência. Têm sido estudados mais os equipamentos,

especificamente, do que os setores, com visões abrangentes. Mesmo assim, as respectivas abordagens são muito diferentes e irregulares.

Quanto a setores industriais, uns parecem estar em moda, talvez por sua importância histórica no processo de industrialização, como o automobilístico, ou pela importância que estão passando a ter, como eletrônica e telecomunicações. Outros porém, como têxtil e calçados, estão semiabandonados, seja pelos menores impactos previstos, seja pela distância em relação à liderança industrial nos países desenvolvidos. Apesar de não estarem nesta última categoria, não foi possível obter textos que tratassem do tema proposto, na indústria de armamentos e na aeroespacial que, na verdade, ocupam caminhos da ponta da acumulação. Outro fator limitante deste relatório, foi o tempo e os recursos dedicados a execução desta fase.

Assim, alguns itens foram abordados a partir de literatura muito escassa e carente das informações desejadas como têxtil e alimentos bebidas. Em alguns casos essa carência (ou inadequação de abordagem era tal que foi preferível não tratá-los neste texto (como calçados). Isto poderá ocasionalmente deixar o leitor frustrado, do mesmo modo que o próprio autor. Ainda assim, o equacionamento das questões foi razoavelmente feito e a bibliografia indicada poderá orientar os interessados para que prossigam seu próprio caminho de investigações.

II

ATRIBUTOS/MOTIVOS/DETERMINANTES DA AUTOMAÇÃO COM BASE NA
MICROELETRÔNICA

O processo de automação com base na ME é movido por uma série de razões e impregna a produção industrial com um conjunto de atributos que necessariamente modificam certas características da concorrência capitalista. O objetivo desta seção é justamente examinar mais detalhadamente como estes atributos afetam a concorrência e motivam a difusão dos EAME, bem como os fatores que a freiam. Observe-se que nesta abordagem será enfocado o que se pode denominar de fronteira padrão dos mercados internacionais.

A automação não é novidade. Ela existe, pelo menos, desde a revolução industrial em formas e graus variados. Equipamentos de ciclo fixo como máquinas-ferramenta de produção, máquinas a vapor, teares, etc. já complementavam e substituíam, desde então, o trabalho humano. Após séculos de sucessiva divisão do trabalho, algumas atividades tornaram-se tão simplificadas que foi sendo progressivamente possível desenvolver equipamentos que incorporassem o saber fazer humano e que também fossem acionados diretamente por fonte de energia (força motriz) outra que não animal (inclusive humana) ou da "natureza" (Tauile, 1984a). A transformação concreta de processos de trabalho baseados em técnicas artesanais, em um modo especificamente capitalista de produção, implicou (e ainda implica) na materialização sistemática de habilidades, conhecimentos e informações ligadas à produção,

anteriormente sob o domínio dos trabalhadores em equipamentos de propriedade do capital. Assim, a indústria incorporou incessantemente e em grau crescente, desde o seu surgimento, formas variadas de automação. /

Com a indústria, difundiu-se a base técnica eletromecânica, que permitia automatizar atividades - ainda que de forma rígida - desde que associadas a altos volumes de produção. Devido à rigidez desta base técnica, isto é, sendo difíceis, demoradas e caras as reconversões dos equipamentos ou sistemas de maquinária dedicados a executar um tipo de atividade, para que automação valha a pena, é preciso que esteja necessariamente associada a altos níveis de repetibilidade. A flexibilidade - a não repetibilidade - dos sistemas depende, então, neste caso, da utilização de trabalhadores muito qualificados, que possam operar máquinas universais, reprogramando-as para novos ciclos de produção e em escalas bem menores.

De uma maneira bastante geral é possível categorizar a produção industrial em dois grandes grupos. De um lado, tem-se a produção em série de produtos discretos. Quando a série é igual ou próxima a um chama-se por encomenda ou em lote. De outro lado, estão os processos contínuos com produtos "adimensionais". Este trabalho está mais voltado para o primeiro destes grupos, pois aí a introdução e difusão de equipamentos automatizados pela microeletrônica (EAME) representam um salto qualitativo, expandindo os limites à automação estabelecidos pela eletromecânica e acelerando a

tendência histórica de reduzir a participação relativa do trabalho na produção capitalista.

Estes saltos são marcados, principalmente, pelo espetacular processo de miniaturização de componentes (e também de equipamentos) e por uma não menos impressionante redução de custos por informação processada, o que faz com que todos esses limites colocados pela base técnica eletromecânica, acima descritos, fossem significativamente expandidos ou ultrapassados. É como se estivesse sendo possível agora dar vazão a pressões contidas pela organização social da produção capitalista desde praticamente o início do século XX, quando a revolução industrial finalmente "amadureceu". Os avanços tecnológicos ocorridos desde então, até meados do século, foram, pode-se dizer, apenas incrementais, no que concerne a automação dos equipamentos industriais. O salto, qualitativo em si, para certo tipo de aplicações surgiu a partir das novas possibilidades de tratamento de informações em massa, que vieram dotar de mais flexibilidade (ou de mais "inteligência") tais equipamentos.

Fundamentalmente, a base técnica ME viabiliza de modo bastante significativo, a adoção da noção sistêmica nos processos de produção. Para certos tipos de processos em fluxo contínuo isto não é novidade. Nestes casos, os padrões de produção já estão consolidados. Por isso mesmo, considera-se que a ME acarreta aí avanços apenas incrementais (ainda que significativos), à tendência à automação.

O fato é que os EAME apontam um conjunto de novos atributos que serão (inter)determinantes na organização da produção contemporânea e no estabelecimento de uma nova base técnica. Os principais destes atributos serão discutidos a seguir.

II.1 - Custos do Fator Trabalho

Nos países desenvolvidos, onde o custo da mão-de-obra industrial é cara (uma média anual que vai de US\$ 12,000 até US\$ 25,000 variando de acordo com os países e com os setores), nada mais justificável economicamente do que buscar automatizar com o objetivo de reduzir os custos de trabalho. Na verdade, quanto mais altos os custos de trabalho, mais eles importarão para diminuir o tempo de retorno do investimento feito nos EAME.

Sem entrar no mérito de uma discussão sobre o conceito de produtividade, é pacífico que, com estes equipamentos, a relação entre o produto e quantidade de trabalho necessária a produzi-lo aumenta significativamente. De um lado, reduz-se também a participação relativa de trabalho no processo de produção (isto é, cai a relação trabalho/capital), até porque torna-se mais fácil operar em 3º turno sem intervenção humana direta.

De outro lado, a produtividade dos trabalhadores que permanecem cresce bastante, sem que necessariamente cresça o ritmo de sua atividade. Há casos em que o ritmo de trabalho torna-se mais intenso e há casos em que não. Para os que

passam a trabalhar no controle dos processos automatizados (como nos de fluxo contínuo), a natureza da intervenção muda:

A questão de se um EAME imprime um ritmo de produção mais intenso do que o trabalho que ele substitui não é linear. Um robô, por exemplo, não é necessariamente mais rápido do que um pintor, um soldador, etc., na execução de uma tarefa.

Ao longo de toda a jornada diária de trabalho todavia, seu ritmo terá sido mais regular e uniforme (e provavelmente produzindo mais) mesmo descontando-se paradas para manutenção e revisão e a porosidade do trabalho terá diminuído. O ritmo dos EAME em determinado ponto da produção fica na verdade limitado pelos estrangulamentos que possam haver a jusanté.

Cabe ainda notar que o custo do fator trabalho tende a reduzir-se na medida em que ele se homogeneiza, se simplifica e, logo, tem um custo menor de formação, facilitando assim sua (inter) substituição. Este fato será mais sentido no longo prazo, isto é, numa segunda geração de trabalhadores após a base técnica ME ter se difundido suficientemente. Num primeiro momento, de implantação e de transição de 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. Assim, antes de se tornar um operador de MFCN, um indivíduo tem que saber trabalhar (ainda que não obrigatoriamente ter

muita experiência) com máquinas-ferramenta universais. Na verdade, este trabalhador de transição é super qualificado, detendo conhecimentos de ambas as bases técnicas. Provavelmente, a próxima geração de profissionais já terá uma formação com muito menos ênfase no trato com a eletromecânica, logo, a formação será bem mais simplificada e barata.

II.2 - Condições de Trabalho

Substituir trabalho em ambientes e condições adversas ou perigosas deveria ser sempre a primeira prioridade para introduzir EAME automatizando tarefas. Nos países onde os trabalhadores têm segurança no emprego, e/ou outras formas institucionalizadas de garantia de sua reprodução social/material, isto é uma exigência sindical. Mesmo em países em desenvolvimento, onde a legislação trabalhista é muito precária ou até inexistente, este é um dos atributos positivos da introdução de EAME mais intuitivamente "naturais" e consensuais.

Razões mais do que humanistas movem os empresários para justificar este tipo de função (ou "virtude") da automação. O trabalho em ambientes poluídos ou com risco de acidentes é:

- mais caro: o risco traz um custo extra que é incluído, como insalubridade, no contracheque.
- vagaroso: concretamente, a lentidão tende a constituir-se em estrangulamento, que vai refletir-se no padrão

de atendimento do consumifor final que incluem custos mais altos e demora na entrega.

- imperfeito: um produto defeituoso ou mal aceito pelo mercado pode trazer consequências incalculáveis. Novamente remetendo aos custos, reparar o que foi mal feito geralmente sai mais caro. Pior ainda, se o produto não vender suficientemente inviabiliza o investimento inicial: prejuízo.

De qualquer modo, novas questões se colocam em termos de condições de trabalho. O tempo e o tipo de tensão e atenção junto aos vídeos, painéis de controle, etc. mostram que evidentemente más condições de trabalho não são eliminadas de todo, mas recolocadas em outro patamar.

II.3 - Qualidade

Aumento de qualidade é frequentemente mencionado por usuários de EAME como determinante da sua introdução. Intuitivamente é fácil aceitar esta assertiva, mas deve ficar claro que antes de tudo ela é uma possibilidade que não necessariamente se concretiza para todos.

Em boa parte, qualidade depende das especificações do produto final que pode, ou não, ter a ver com o fato de serem usados EAME em sua produção. Uma mesma linha de montagem de automóveis, com um determinado nível de automação pela ME, pode produzir o mesmo modelo com especificações mais ou menos sofisticadas para atender mercados diferentes.

Várias são as características identificáveis com qualidade de um produto ou processo de produção. Entre elas:

- precisão: a rigor, consegue-se usualmente mais precisão com máquinas dedicadas do que com máquinas-ferramenta universais devido à flexibilidade destas. Via de regra, o uso de ME torna os equipamentos mais flexíveis, logo mais universais. Ainda assim, são construídos com especificações mais rígidas e, entre semelhantes, com menos peças móveis, menos sujeitas a desgaste, folgas, etc. O importante é que, não mais dependendo de intervenção manual para direcioná-los diretamente, há uma certa garantia de que controladas outras condições da produção, haverá um padrão de regularidade na execução das tarefas segundo a programação dos EAME e da própria tolerância destes.

- uniformidade: a partir da maior regularidade e uniformidade no desempenho das tarefas, tanto de cada equipamento individualmente como do sistema de maquinaria como um todo, pode-se deduzir que o produto será executado com uma qualidade mais homogênea ao longo de suas partes e componentes. Condições de produção e especificações do produto deverão ter tolerâncias mais estreitas, mesmo considerando maiores variações no volume de produção e nas características do produto.

- confiabilidade: havendo tanto maior precisão como maior uniformidade, é natural que resulte também menor incidência de defeitos. Uma das explicações mais razoáveis para a maior confiabilidade dos equipamentos e dos bens de consumo durável no Japão hoje em dia, é o padrão de automação alcançado na sua produção.

- durabilidade: não há estudos conclusivos estabelecendo (ou não) correlação definitiva entre produção com EAME e durabilidade do produto. Ainda assim, pode-se dizer, com estes equipamentos é mais provável que produtos projetados para durar sejam fabricados de modo a durarem o previsto (os pontos solda serão dados exatamente onde deveriam ser, uma carroceria fixada de maneira correta, etc).

Todos estes quesitos podem ser alcançados pela manufatura não automatizada. A questão é justamente saber a que custo e em que prazo. Em certos mercados internacionalizados (aeronaves, armas, instrumentação, etc.) o quesito qualidade, mantido mesmo para volumes mais altos de produção, é uma exigência prioritária. Quando, ainda por cima, fala-se em variedade dos produtos, reforça-se a necessidade do uso de EAME. Na produção automatizada, "a qualidade técnica supera aquela do trabalho de operadores manuais não tanto pelo que fazem normalmente os operadores, mas pelo que podem eventualmente deixar de fazer" (Peliano, 1985).

Apesar das diversas considerações condicionais, um argumento quase definitivo em favor de que a produção automatizada é de melhor qualidade, é que o índice de refugo e retrabalho é bem menor

II.4 - Flexibilidade

Além de mais versatilidade, isto é, da capacidade de num mesmo ciclo realizar um maior número de tarefas diferentes, com os EAME consegue-se ter um sistema de produção mais

flexível, em palavras simples, capaz de ser reprogramado com mais facilidade e rapidez.

Nas condições atuais de mercado, passar rapidamente de um programa de produção para outro, adaptando-se às variações de demanda é, naturalmente, um atributo valiosíssimo. Quanto maior for o número de EAME e quanto mais estiverem integrados (afinal, trata-se da mencionada automação por integração) mais rapidamente e com maior amplitude se dará a propagação das respostas da variação de demanda até (sobre) as unidades básicas de produção.

Não custa insistir que o grau de integração é fundamental para determinar a economia de escopo dos sistemas flexíveis de produção. É por isso que faz sentido quando se diz que "se só é necessário um robô, então não é necessário nenhum". De qualquer modo, a automação flexível ainda é cara, se comparada com a automação rígida, principalmente quando considerados grandes volumes de produção. Por isso, não é incomum encontrar sistemas de produção mistos, compostos tanto de máquinas de produção dedicadas, como de equipamentos flexíveis (mesmo fora da ferramentaria). Este caso é frequente quando, a partir de um modelo básico, existe possibilidade de ampliações modulares ou de opções alternativas de acabamento, potência, etc. Há casos mais raros de grandes corporações que alocam graus diferentes de flexibilidade em suas diferentes plantas industriais para atender especificidades diferentes de mercado e variações esperadas na demanda. Assim, prevendo-se uma demanda mínima garantida por um espaço de tempo, ela pode ser atendida com alta pro

atividade por uma determinada fábrica com elevado nível de automação basicamente rígida. Outra planta industrial equipada com sistemas mais flexíveis atende então às variações da demanda, além do mínimo previsto.

No limite, "flexibilidade e capacidade de retroação são quase sinônimos" (Coriat, 1983, p.75). Automação flexível tem a ver com a capacidade de apreender informações sobre a produção em curso e modificar, se possível por si própria, e em tempo real, o programa de produção para operar em uma nova situação confrontada. Novamente, no limite, delinea-se a semelhança com os processos em fluxo contínuo, o que significa novos condicionantes para o rendimento do capital (fixo e circulante) como será visto a seguir.

II.5 - Capital Fixo e Circulante

O fato de que, com o mesmo equipamento de capital é possível produzir uma variedade maior de produtos, traz o que se chama de economia de escopo.

Dependendo do grau de flexibilidade alcançado pela integração de EAME, uma empresa que se dispuser a entrar em outro mercado não mais necessariamente precisa fazer todo um elevado investimento em capital fixo, de retorno longo e duvidoso. Não sendo os novos produtos excessivamente díspares de sua produção atual, torna-se possível a uma empresa reconverter e reprogramar os equipamentos em tempo razoavelmente curto, de modo a minimizar o down time e, logo, a interrupção do fluxo de depreciação. Da

mesma forma, o tempo de "vida" de um modelo em mercados fortemente competitivos deixa de ser tão ameaçador. Até, pelo contrário, a capacidade de uma empresa acompanhar ou mesmo ditar agressivamente o ritmo de inovações nos modelos com que concorre sem precisar, para isso, fazer pesados investimentos, pode ser decisivo para sua sobrevivência ou sua expansão (até mesmo a liderança pode estar em jogo) no mercado.

Conforme será visto no capítulo III, a opção da indústria automobilística japonesa foi exatamente esta, tornando sua base produtiva bem mais flexível pela difusão de EAME e reduzindo consideravelmente o ciclo de vida dos modelos lançados em relação aos padrões vigentes no mercado internacional. Em termos de capital fixo, na que se considerar finalmente o próprio custo das instalações, que inclui espaço físico. Por ser mais densa a produção, o conjunto (ou sistema) de equipamentos é menor e mais barato relativamente ao seu alcance e escopo.

Também do Japão vêm as maiores lições sobre economia de capital circulante. A vedete do momento são os sistemas "KANBAN" ou "just in time" production, que visam otimizar os fluxos de produção dispensando os estoques intermediários que, nesta lógica, passam a ser considerados supérfluos. Na verdade trata-se, em essência, de um modo eficiente (desde que cercado das condições industriais e culturais pertinentes) de organizar a produção (social), que não implica necessariamente no uso de EAME.

Quando estes são usados, todavia, a produção potencializa-se exponencialmente. Ela pulsa integrando setores dentro de uma fábrica (se é um KAN BAN interno) ou de várias (se é externo). Ao fazê-lo, minimiza materiais circulantes desperdiçados em estoques que, em outras lógicas de produção, seriam necessários. O KAN BAN é uma contrapartida organizacional ao avanço tecnológico dos EAME, no sentido de tornar o sistema produtivo "magro" e ágil: mais eficiente para pequenos e variados movimentos dentro da economia. É interessante observar que, por outro lado, um KAN BAN intensivo em trabalho pode ser altamente flexível.

Outra forma de economia de capital circulante é através do desperdício menor de materiais durante a execução de tarefas; 20% a 30% menos de tinta é o que gasta um robô de pintura em relação a um pintor (Business Week, 1982). Exemplos semelhantes ocorrem, por exemplo, quando um robô enche um molde com ferro fundido ou quando aplica pontos de solda. Devido à precisão e uniformidade das operações, os excessos e desperdícios são muito mais facilmente contíveis.

Outro ponto ainda que é alvo de economia dentro do capital circulante é o gasto com ferramental, muito mais padronizado e modulado como é o caso dos encertos intercambiáveis (parte cortante e descartável da ferramenta). Se o encerto gastou-se, troca-se, sem ser necessário trocar porém a ferramenta toda. A uniformidade permite padronizar o desgaste. É como trocar a lâmina de gilete. Fica mais prático e barato.

Finalmente, a própria redução de refugos implica na redução de materiais, logo, também de capital circulante.

II.6 - Controle

A questão é importante. O grau de controle sobre o processo de trabalho e de produção possibilitado pelo uso dos EAME é extraordinariamente maior. A qualidade e as formas deste controle são radicalmente distintas. As novas condições perpassam todas as esferas do processo de acumulação e são particularmente úteis na adoção da noção sistêmica. Com os EAME, o controle aumenta desde junto às máquinas (tanto sobre as máquinas em si como sobre os trabalhadores que as operam) e estende-se, na medida em que estas são progressivamente integradas, em níveis hierárquicos sucessivos, até os centros de decisão em níveis mais altos.

→ Há uma aceleração qualitativa na tendência de afastar o ponto de acionamento/controlado do ponto de atuação de uma ferramenta, devido à enorme capacidade de tratamento e manipulação de informação que a ME permite. Com isso, é possível, ampliar ainda mais a produção, ampliar seu escopo (flexibilidade) e, simultaneamente, aumentar o controle sobre ela. Uma das principais características que se observa como decorrência é a dramática tendência a transferir efetivamente para os escritórios o controle sobre a fábrica, ameaçando desmoronar toda uma resistência secular organizada por ferramenteiros sindicalistas contra os ditames da lógica capitalista de acumulação. O poder do operador de máquina passa transitoriamente para o programador, que também será operador - de máquina ou de sistema - aranhã. Concomitantemente, o equipamento contém cada vez mais programas

embutidos em si, na forma de sub-rotinas. Assim, de modo aparentemente paradoxal, se por um lado mais e mais informações sobre a produção passam a ser de propriedade do capital, por outro lado, o equipamento torna-se mais facilmente programável por seu operador. Abrem-se possibilidades tanto para que o trabalhador volte a ter mais controle junto à máquina como para que o empresário a opere diretamente. Aliás, este é o caso de inúmeras pequenas empresas japonesas que gravitam em torno a grandes conglomerados organizados em sistema KAN-BAN.

No que concerne à descentralização horizontal da produção e à centralização vertical dos fluxos de informação e poder, estudos do início da década de setenta já apontavam as características hierárquicas piramidais da organização das corporações multinacionais (Hymer, 1972). Neste contexto, observa-se que a base técnica ME é particularmente adequada à fase atual de organização do capitalismo contemporâneo: de internacionalização da produção e realocação de recursos estratégicos, inclusive informacionais. Com o aperfeiçoamento das formas de controle, a partir da ME, torna-se viável exercê-lo a partir de distâncias até (inter) continentais, praticamente em tempo real. Uma grande corporação tem acesso a massas de informações enormes (cristalizadas ou não sob a forma de capital fixo), e que crescem exponencialmente devido ao grau de integração e ao alcance permitidos pela ME.

II.7 - Acesso à tecnologia

Finalmente, cabe mencionar que entre os motivos que as empresas têm em adotar automação com base na ME está o fato de quererem manter-se atualizadas em relação ao estado das artes no campo tecnológico. A base técnica ME veio para transformar radicalmente a produção capitalista e sua organização. Quem não acompanhá-la ficará inexoravelmente para trás no processo de concorrência. Tanto o conteúdo de processos, como de produtos, são radicalmente alterados e podem ter consequências desastrosas para largos segmentos da indústria ou mesmo para países inteiros que não acompanharem as transformações tecnológicas em curso.

II.8 - Fatores de Freio

Até aqui foram enfocados fatores que estimulam, ou mesmo forçam, as empresas a automatizar. A seguir será apresentada uma lista de fatores que freiam a difusão de EAME. São eles:

a) o alto custo - nesta fase de desenvolvimento da tecnologia de EAME, os custos destes ainda são muito altos. Existem duas tendências. Uma é de aumento de sofisticação dos EAME, com aumento de preço. Por outro lado, há uma tendência de, com o desenvolvimento tecnológico, diminuírem de tamanho, serem mais fáceis de operar e tornarem-se mais baratos (apesar de também melhorarem seu desempenho).

b) Crise econômica. Se, por um lado, a crise econômica está afetando a maioria dos países desenvolvidos, au-

mentando o grau de concorrência e pressionando as empresas para automatizar, por outro lado, as limitadas fontes de financiamento (em particular para as pequenas e médias empresas) e as perspectivas fracas do mercado em recessão levam muitas empresas a adiar seus investimentos em modernização tecnológica.

c) Limitações tecnológicas - o fato de que uma série de tecnologias específicas ainda não estão suficientemente desenvolvidas (técnicas de sensoriamento, por exemplo), faz com que o uso dos EAME seja limitado para certas atividades (no caso dos robôs, para montagem). Inúmeras empresas preferem esperar a obsolescência da atual geração de equipamentos para fazerem seus respectivos investimentos.

d) falta de conhecimento (lack of awareness) é frequentemente mencionado que, por não se estar alerta, deixa-se de conhecer a gama de possibilidades de novas aplicações de robôs, MPCNs, etc, e logo, deixa-se de usá-los. Associações de usuários e produtores, bem como feiras e congressos especializados têm por objetivo superar esta deficiência.

e) falta de experiência em engenharia - a falta de técnicos que conheçam a fundo o equipamento em si (hardware), como sua programação (software), é um entrave para a difusão de EAME a nível da empresa, região ou país.

f) Capacidade doméstica de manutenção - o uso de tecnologia de ponta, distante do local em que foi fabricada, so-

fre sérias restrições, particularmente no que concerne à capacidade de atendimento rápido e de qualidade por parte do fabricante quando da ocorrência de defeito grave no equipamento. Nunca é demais lembrar que, por ser o equipamento caro, seu tempo parado tem um custo elevadíssimo por si, não fosse, além disso, o fato de que sendo um sistema altamente integrado, a parada propaga-se por outros setores da produção.

g) política tecnológica nacional - alguns países (como o Brasil, por exemplo) estão tentando desenvolver capacidade tecnológica própria na área de eletrônica. Isto requer proteção nacional à indústria nascente local (fornecedores) e pode, temporariamente, causar um atraso para as empresas usuárias desta tecnologia que queiram manter-se atualizadas em relação aos padrões de ponta internacional. Em certos países, barreiras alfandegárias e morosidade nos tramites de importação podem ser ainda impecilhos adicionais.

h) a resistência dos trabalhadores e de seus sindicatos - dado que na maioria dos casos de introdução de robôs há uma substituição imediata de trabalhadores na produção, isto é, implica numa perda líquida de emprego direto, é quase inevitável que ocorra resistência por parte das representações sindicais, temerosas que o problema de desemprego venha a ser agravado fortemente pela difusão desenfreada destes equipamentos. A propósito, vale notar que é nos países capitalistas onde a reprodução social da classe trabalhadora está mais garantida, por leis ou práticas culturais, que o índice de robôs

por trabalhadores ocupados na indústria é maior (ver tabela III.4.10). Mesmo nestes países, há temores de que uma difusão desenfreada dos EAME venha a ter impactos significativos sobre o nível de emprego, sem que a economia possa absorvê-lo.

III SETORES

III.0 - INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende dar uma visão geral de setores industriais selecionados, a fim de identificar as principais características de sua dinâmica que tornam cada um, mais ou menos propício, à introdução dos EAME.

Começa por têxteis, cujo tratamento é breve, porque sua produção está no limiar da organização em fluxo contínuo. Segue-se confecções, tradicional absorvedor de mão-de-obra, onde a introdução de EAME já começa a se fazer sentir significativamente e tem um grande potencial de aplicação no futuro. Alimentos e bebidas, com uma grande diversidade de processos de produção, também já está sendo afetado pela ME, principalmente nos sistemas de controle. No setor de máquinas e ferramentas o impacto de automação ME é profundo e começa a configurar um salto qualitativo, repetindo, uma vez mais um processo de convergência tecnológica. Igualmente a produção de automóveis está sendo fortemente afetada pela ME, "desamadurecendo" a indústria e consubstanciando uma nova fase de seu desenvolvimento. Em eletrônica e telecomunicações o impacto da ME é, também substancial. Ao mesmo tempo, ambos os setores representam o núcleo fundamental da nova base técnica que dará sustentação ao desenvolvimento do capitalismo contemporâneo.

III.1 - Têxtil

III.1.a - Aspectos Gerais

Até a década de 50, a indústria têxtil era tradicionalmente uma das mais importantes indústrias geradoras de emprego, altamente intensiva em mão-de-obra. No entanto, a partir dessa década, o progresso técnico acelerado mudou as características da indústria a ponto de torná-la intensiva em capital, em especial nos países da OECD. Esse fenômeno vem também ocorrendo, embora em menor escala e com algum atraso, nos países em desenvolvimento.

Em termos de desempenho, a performance da indústria têxtil tem sido inferior ao da manufatura como um todo, a exceção de fibras sintéticas. Na Inglaterra, por exemplo, a produção de têxteis vem caindo em termos reais e agora está abaixo dos níveis de 1954. Por trás dessa falta de dinamismo estão a baixa elasticidade renda da demanda e a substituição das fibras naturais (algodão, lã) por fibras sintéticas. O fraco desempenho da demanda, contrasta com um crescimento da produtividade acima da média das indústrias nos anos 60 e 70, levando a perdas substanciais de emprego.

Acompanhando essas tendências, em termos de produto e emprego, verificaram-se vários fatos que levaram a mudanças estruturais substanciais na indústria têxtil mundial: a reorganização da indústria com a entrada das firmas originárias da indústria química; a queda abrupta na produ-

ção de produtos sintéticos com o primeiro choque do petróleo, levando a excessos de capacidade no setor mais dinâmico da têxtil; a diversificação do processo produtivo em direção a novos produtos (que não envolvem tecelagem, por exemplo) em competição direta com outras indústrias; integração vertical, e o desaparecimento de grande parte das firmas pequenas; e finalmente, as pressões do progresso técnico e da competição internacional na direção do sucateamento de velhas plantas, que leva a um substancial aumento da intensidade de capital a despeito do baixo e mesmo cadente nível de investimento.

Uma análise setorial numa indústria como a têxtil, frequentemente deixa de observar interações cruciais desta com o resto da indústria. Esse problema é mais gritante quando se aborda a questão do progresso técnico no setor. A têxtil, ao contrário de outras indústrias, deve sua evolução tecnológica muito mais a outros setores como bens de capital, química, eletrônica, do que a desenvolvimentos técnicos próprios. É uma indústria consumidora e não produtora de inovações. Tentativas de estimar a velocidade do progresso técnico no setor, examinando, por exemplo, somente os gastos da indústria em P&D, e o número de patentes registradas, tende a produzir resultados irrealistas (Soete, 1984).

III.1.b - Tecnologia

O processo - Ainda que tenham ocorrido substanciais elevações na intensidade de capital e na produtividade do trabalho, os princípios básicos da fiação e tecelagem permanecem os mesmos da infância da indústria.

Na fiação, a unidade produtiva recebe a matéria prima prensada em fardos, contendo certa quantidade de impurezas. Os fardos são desmanchados e o algodão é parcialmente limpo por uma máquina com cilindros revolvedores de grande rapidez. O processo de limpeza usualmente conta também com alguma forma de sopro mecânico, a fim de eliminar as impurezas que permanecem após a primeira limpeza.

Na próxima operação, a cardadura, o algodão é mais explorado, desbastado e limpo, sendo que as fibras são postas em linhas uma com as outras. Uma máquina de cardar consiste em um certo número de cilindros revolvedores com extremidades pontiagudas, cuja função é escovar as fibras que estejam na mesma direção e formem uma espécie de teia estreita. A teia é então cortada a fim de formar um número de cordões separados, mechas, que são levemente agitadas e coletadas em grandes latas.

As latas são levadas então para a próxima máquina, a "drawframe", onde os vários cordões são unidos e transformados num novo e único cordão. Esse processo contribui para um novo rearranjo e alinhamento das fibras. No próximo passo elas são esticadas e agitadas simultaneamente para formar as mechas, que são como fios bem macios e fracos. As mechas são então colocadas numa máquina de fiar, que alterna as mechas e as agita no sentido de formar o fio, envolvendo-o posteriormente em carretéis. Finalmente, via máquina, transfere-se os fios dos carretéis para grandes cones (Schimitz, 1985).

Na tecelagem o processo é aproximadamente o seguinte: a fim de produzir o tecido é necessário preparar os fios que atravessam horizontal e verticalmente o tecido ("warp" e "welft" respectivamente). Os fios horizontais são transferidos dos cones para uma grande bobina. Feito isso são imersos numa solução química que dá resistência aos fios, tornando-os capazes de suportar a tensão do processo de tecelagem. A bobina é colocada no tear e as pontas dos fios ligadas de forma que o tecido é enrolado em outra grande bobina.

Os fios verticais (welft) são transferidos do cone para um carretel que é colocado dentro da lançadeira. Este é lançado de forma alternada sobre os fios horizontais ("warp") formando o tecido. (Schimitz, 1985).

A etapa seguinte corresponde ao acabamento, quando o tecido é adequado às exigências do produto final: tingimento, estampagem, estabilidade dimensional, suavidade ao tato, resistência a determinado agente, etc. Por fim, é encaminhado ao controle de qualidade, onde uma vez aprovado é liberado para o comprador.

O progresso técnico - Ambos os processos descritos anteriormente tiveram sua produtividade substancialmente elevada, em especial após a década de 50.

Examinando as tabelas III.1 e III.2, verifica-se que para a fiação a relação produto por trabalhador em 1980 é aproximadamente seis vezes maior do que a de 1950, enquanto

que para tecelagem esta relação é cinco vezes maior. Esses nú-
meros são reflexos de um crescente investimento em maquinaria,
cuja magnitude pode ser avaliada pela elevação das relações
capital trabalho e capital produto nas duas fases do processo.

No caso específico da fiação, todos os indicadores
apresentam uma substancial elevação durante a década de 70, re-
fletindo a introdução de uma nova tecnologia de fiação ("open-
end spinning") que eleva sobremaneira a produtividade, compac-
tando o processo de produção.

Na tecelagem verificamos que a relação produto-máqui-
na acelera seu crescimento de 1970 para 1980, em função da in-
trodução do tear sem lançadeira, que eliminou o uso de máqui-
nas de torcer ("winding machines"), aumentou a velocidade de
operação, e permitiu a tecelagem de 3 tecidos no mesmo tempo.

Em 1950, 250 trabalhadores operando em 3 turnos (234)
atingiam, na fiação, a produção de 7.538,48 Kg. Em 1980, 48
trabalhadores, na mesma jornada de trabalho, atingiam a produ-
ção de 10.594,09 Kg. Na tecelagem, os progressos não são me-
nos significativos: 330 trabalhadores em 1950, operando em
3 turnos (234) atingiam a produção de 56.374,38 m; já em 1980,
90 trabalhadores na mesma jornada produzem 79.620,48 m (Schimitz
1985).

Esse conjunto de informações nos deixam claro que o
progresso técnico no setor caminhou na direção de reduzir
a mão-de-obra empregada, aumentando consequentemente a inten-
sidade de capital.

Para uma indústria consumidora de inovações, os ga-
nhos de produtividade nestes últimos 30 anos desmentem a vi-
são tradicional de uma indústria conservadora em termos de
tecnologia.

Grande parte desse aumento da eficiência, é bom res-
saltar, se tornou possível graças ao desenvolvimento das fi-
bras sintéticas. O crescimento espantoso da velocidade da
maquinaria, por exemplo, não teria sido possível caso ainda
se utilizasse somente as fibras naturais. O uso de fios sin-
téticos permitiu a diversificação do processo de produção,
erodindo as barreiras existentes entre o setor têxtil de
um lado, e as indústrias químicas, de papel de borracha de
outro.

Em termos de desenvolvimentos técnicos futuros, o
uso da microeletrônica parece ser a novidade mais promisso-
ra, pelas possibilidades de variar a padronagem e a exten-
são do tecido produzido. Isto é, por adicionar flexibilidade
a um processo de produção que está no limiar dos fluxos
contínuos. No que diz respeito as fibras, parece improvável
que antes de 1990 uma fibra sintética completamente nova es-
teja comercialmente disponível e que possa criar algum fato
novo em termos de automação da produção e dos padrões de
concorrência. A maior parte do progresso deverá ser feito
no desenvolvimento das recentes tentativas de simular fi-
bras naturais usando filamentos sintéticos, e de produzir
fios sintéticos de modo mais sofisticado e barato.

Voltando a microeletrônica, a importância de sua difusão pode ser avaliada pelos depoimentos de um dos diretores de uma firma inglesa, citado por Soete (1978): "The microprocessor - by virtue of it's ability to provide more flexible process control - may provide the resolution of the perennial conflict between productivity and flexibility. In the past, as textile machinery has become more productive it has also tended towards greater specialization and reduced flexibility. This is especially true in some modern weaving machine, which due almost single purpose fabric producers, although capable of very high efficiencies. Increased use of sophisticated control systems may permit greater flexibility at the same time as increased labour productivity (textile month january 1981, p.19).

Apesar da superioridade técnica e econômica dos equipamentos com base em componentes microeletrônicos, sua difusão a nível da indústria têxtil internacional ainda é reduzida. A difusão desses equipamentos pode ser retardada pelas dificuldades técnicas de adaptar esses equipamentos à produção de fios e tecidos pela resistência à mudanças por parte das firmas, e pelo já referido alto custo do equipamento.

O impacto da microeletrônica sob o setor tem acentuado a tendência de redução da participação de mão-de-obra, aumentando a continuidade do processo ao ponto de hoje existem algumas fábricas na Europa que operam praticamente sem intervenção humana. Em outras palavras, são fábricas que operam "no escuro", nos feriados e finais de semana, alongando

o tempo de utilização dos equipamentos em termos de horas/ano. Neste caso, trata-se de uma produção baseada numa "bi-direcionalidade" da informação sobre o processo: as especificações sobre o andamento da operação saem da máquina para o computador que as analisa conforme os padrões de qualidade previamente estipulados e, daí, realimentam a máquina num contínuo "feedback" até atingir-se o ponto ótimo desejado. A contrapartida do maior custo de amortização de tal firma têxtil na ponta do processo de automação é o deslocamento do seu break-even-point do nível usual de 4000 a 5000 hs/ano para 6000 a 7000 hs/ano. Como consequência desse novo padrão de automação, rompeu-se com o limite de tempo de operação imposto pela jornada de trabalho vigente nos países desenvolvidos, bem como eventuais paralizações causadas por reivindicações trabalhistas. Soma-se a isso uma evidente elevação da qualidade e uma maior homogeneidade do tecido produzido.

A aplicação da microeletrônica tem crescido tanto nas etapas de fiação e tecelagem como na de acabamento. No início do processo de fiação, uma das aplicações mais recentes (últimos 5 anos) refere-se aos testadores de algodão, i.e, equipamentos microeletrônicos que medem a pureza e o índice de sujeira, determinando assim a qualidade do fardo de algodão. Seguindo o curso do processo, o controle de densidade linear na entrada e na saída da carda e da passadeira pode ser feito por computador, substituindo a imprecisão do ajuste manual de tensão e velocidade, anteriormente realizado por um

operador. Purgadores eletrônicos se encarregam de fazer a limpeza do fio afim de que este saia da etapa de fiação com o índice de pureza desejado.

Na tecelagem a aplicação da microeletrônica através de compensadores de velocidade possibilita um aumento do ritmo dos teares (medido em nº de batidas/minuto) e um aumento do número de inserções/m², o que define a qualidade do tecido (quanto mais compacto melhor é a qualidade). Nos teares a jato de ar (que se constituem, junto com os teares a pro-jêtil, nos mais modernos existentes), por exemplo, a intensidade da pressão nos dutos de ar e a sincronização entre eles é realizada por controladores microeletrônicos.

Por fim, a etapa de acabamento constitui-se no campo potencialmente mais fértil para a difusão da automação na indústria têxtil. Para ser tingido, o tecido é submetido a banhos em compostos químicos a temperaturas variadas. No caso da fabricação de "jeans", por exemplo, o tecido passa por indigo, água quente e sulfatos, adquirindo a coloração pretendida através dos vários contados com o ar após sair de cada tanque onde foi mergulhado. O controle da velocidade das passadeiras que fazem o tecido mergulhar num tanque e, em seguida tomar contato com o ar sucessivamente até atingir a cor desejada, requer um equipamento microeletrônico de ajuste. Analogamente, estes são utilizados para o controle da temperatura da água e para variações na composição da mistura química do tingimento. Terminado o tingimento, o tecido passa por um processo de tensionamento das fibras, regulado

também por um controlador eletrônico ("controlador de estiragem"). Daí segue-se uma operação última mas muito importante: o controle de qualidade. A tecnologia mais avançada no momento, a nível internacional, utiliza um feixe de raio laser que percorre o tecido numa velocidade de aproximadamente 100 m/s localizando os pontos de defeito e qualificando o tipo de defeito segundo uma escala padrão (gramiteville scale). A impressora acoplada a este sistema de verificação emite uma nota para o cliente localizando os possíveis pontos onde há falhas no tecido, afim de que a qualidade da confecção se baseie nessas informações detalhadas.

Caso, assim, a tecnologia microeletrônica venha a se tornar dominante no setor, é inexorável a intensificação do processo de automação que vinha se desenvolvendo nas últimas décadas. Este fato é especialmente relevante para os países do terceiro mundo, já que a indústria têxtil responde por parte substancial de suas exportações. Exportações essas cuja competitividade a nível internacional deriva em grande parte do baixo preço da mão-de-obra local. O avanço da automação tende a tornar os custos de mão-de-obra insignificantes em termos da determinação das vantagens comparativas.

TABELA III.1

PRODUTO POR TRABALHADOR, PRODUTO POR MÁQUINA E TAXAS DE
CAPITAL PRODUTO E CAPITAL TRABALHO NA FIAÇÃO
1950-1980 (NÚMEROS ÍNDICES)

| | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 |
|-------------------------|------|------|------|-------|
| Produto por trabalhador | 100 | 219 | 371 | 732 |
| Produto por máquina | 100 | 147 | 216 | 300 |
| Capital-trabalho | 100 | 116 | 219 | 361 |
| Capital-produto | 100 | 254 | 812 | 2.640 |

in Developing

Fonte: SCHEMITZ, H. Technology and Employment.
Countries. Gonn Helm, 1985.

Obs.: Os dados foram calculados a partir de tecnologia disponível a cada ano a nível internacional.

TABELA III.2

PRODUTO POR TRABALHADOR, PRODUTO POR MÁQUINA, TAXAS DE
CAPITAL PRODUTO E CAPITAL TRABALHO NA TECELAGEM 1950 -
1980 (NÚMEROS ÍNDICES)

| | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 |
|-------------------------|------|------|------|-------|
| Produto por trabalhador | 100 | 166 | 307 | 517 |
| Produto por máquina | 100 | 119 | 240 | 532 |
| Capital Produto | 100 | 126 | 209 | 330 |
| Capital Trabalho | 100 | 209 | 643 | 1.707 |

III.2 - Vestuário/Confecções

III.2.a - Introdução

A indústria de vestuário se constitui num tema extenso e complexo. Presente a quase todas as economias do mundo, com unidades de produção variando enormemente em termos de escala e produto, é responsável pelo emprego de milhões de pessoas, em especial no Terceiro Mundo.

Em termos tecnológicos, o equipamento chave - a máquina de costura - foi desenvolvida em meados do séc.XIX. Em geral, o processo de inovação tem sido incremental, e a estratégia de competição das firmas não tem como questão central as inovações de processo. Entretanto, a difusão microeletrônica no setor, ainda que incipiente, pode levar a modificações profundas na estrutura da indústria a nível internacional e nacional.

O Panorama Internacional - Os anos 60 e 70 testemunharam o declínio da indústria de confecções nos países da OECD em favor da sua similar instalada nos países em desenvolvimento. A perda de competitividade se refletiu nos níveis de produto, emprego e na participação no comércio mundial, todos declinantes. Os níveis de produto em 1982, tanto na CEE como nos EUA se igualavam aos de 1970. No período 1971 a 1977, a Alemanha Ocidental e a Holanda viram desaparecer 30% e 58%, respectivamente, dos empregos na indústria. A Inglaterra, França e Bélgica perderam mais de 20% no mesmo período (Rush, Hoffman, 1984).

Alternativamente, no Terceiro Mundo, a indústria cresceu de importância em termos de pólo dinâmico de crescimento, gerador de emprego e divisas. A participação no comércio mundial dos países em desenvolvimento se elevou de aproximadamente 21% em 1970 para quase 40% em 1980 (Rush, Hoffman, 1984).

As raízes desse fenômeno podem ser desvendadas por uma análise mais detida das especificidades do processo produtivo na indústria, e de seu dinamismo tecnológico, ou melhor, da sua falta de dinamismo tecnológico. Altamente intensiva em mão-de-obra, com fases de processos de produção baseadas na manipulação manual (montagem), este tipo centenário de tecnologia difundiu-se amplamente à nível mundial. A ausência de saltos tecnológicos, colocou, e ainda coloca, limites estreitos aos diferenciais de custo inter-firmas e inter-países.

Dentro desse quadro, os diferenciais de preço dos fatores entre os diversos países assumem uma importância crucial na determinação das vantagens competitivas. Em especial, quando se trata do fator mão-de-obra, o mais utilizado. Os diferenciais de salário entre os países da OECD e do Terceiro Mundo são significativos. Este fato por si só, explica, em grande parte, as causas do declínio da indústria nos países desenvolvidos. Ainda que estes consigam em muitos casos níveis maiores de produtividade (qualidade de mão-de-obra, formas de gerência, economias de escala, escopo, matéria prima, etc.), isto não é suficiente para compensar os diferenciais de salários.

A segunda metade dos anos 70 e início da década de 80 forneceram, no entanto, indicações de que o volume de investimento na indústria nos países da OECD vem aumentando, em especial nos últimos anos, levando a aumentos na relação capital produto e na produtividade da mão-de-obra (Ver Rush, Hoffman, 1984). Essa tendência pode ser explicada pelo gasto crescente em novas tecnologias com base na microeletrônica, que se tornaram mais difundidas no final da década de 70.

Embora as relações capital produto e capital trabalho ainda sejam pequenas em relação a indústria como um todo, a tendência crescente por elas apresentadas estariam permeadas de mudanças de grande valor qualitativo. A automação do processo produtivo, que inevitavelmente acompanha as tecnologias baseadas na microeletrônica, pode reduzir substancialmente vantagens competitivas até então adquiridas pelo Terceiro Mundo, levando a mudanças significativas na divisão internacional do trabalho. A estrutura de mercado altamente competitiva e fragmentada da indústria e o seu consequente conservadorismo tecnológico indicam, no entanto, que a velocidade da difusão será lenta, e que mudanças radicais ainda demorarão a vir.

III.2.b - Estrutura de Custos

A fim de entender como as novas tecnologias influenciam a concorrência, será útil nos mostrar a estrutura de custos na indústria. Os custos da indústria de confecções são

agrupadas em duas (2) categorias : custos diretos (matéria prima e mão-de-obra) e custos indiretos (trabalhadores não ligados diretamente à produção, depreciação, controle, etc).

No que diz respeito aos custos diretos, os gastos em matéria prima são responsáveis por cerca de 40 a 60% dos custos totais enquanto que a mão-de-obra representa 15 a 30%. O tecido é o principal componente dos custos de matéria prima, levando a que qualquer redução no desperdício, altere sensivelmente o nível de custos. Os gastos com mão-de-obra, ao contrário da matéria prima, estão sob o controle direto do fabricante. Dentro desses gastos, 80% representam os salários dos operadores das máquinas. Dado a sua importância em termos de estrutura de custos, o tamanho de uma fábrica é normalmente definido em termos do número de operários empregados.

Os custos indiretos envolvem uma série de pequenos elementos sendo que 30 a 60% dessa categoria são atribuídos a gastos com work in progress, trabalhadores indiretos, gerência, aluguel, utilities, depreciação, etc. A título de ilustração a Tabela III.2.2 nos dá uma idéia de estrutura de custos de uma fábrica americana e uma asiática. A diferença mais significativa está na parcela dos custos do trabalho.

TABELA III.2.2

ESTRUTURA DE CUSTO DE PRODUTORES AMERICANOS E ASIÁTICOS TÍPICOS

1980

(PERCENTAGEM DO CUSTO TOTAL)

| | AMERICANO | ASIÁTICO |
|----------------------|-----------|----------|
| Matéria Prima | 50 | 40 |
| Mão de Obra (a) | 35 | 7 |
| Custos Indiretos (b) | 15 | 3 |

(a) Inclui trabalhadores diretos e indiretos.

(b) Inclui custo de transporte, tarifa e mark-up.

Fonte: Kurt Salmon Associates (1980). Marketing Strategies for US Apparel Producers

III.2.c - Aplicação e Impacto da Microeletrônica na indústria de confecções

Agora será analisado como as novas tecnologias reduzem os vários itens de custo discutidos acima e quais outras vantagens elas podem trazer. Para facilitar esta análise o processo produtivo é desmembrado em pré-montagem e montagem.

A) Medição e Moldagem

O processo de medição e moldagem apesar de não ser tão intensivo em mão-de-obra como a fase de montagem, exige mão-de-obra qualificada. Nos anos 70, os minicomputadores, com mesas digitais (digitising boards) e terminais de vídeo (VDU) combinados para formar um sistema gráfico interativo (CAD), foram adaptados para as tarefas de medição e moldagem na indústria de confecção. Este fato permitiu ao operador usar o sistema computadorizado para realizar todas as tarefas envolvidas na medição e moldagem, de forma mais rápida e eficiente do que era possível através do sistema manual. O CAD ainda tornou possível a interface com sistemas automatizados de corte (CAD/CAM), eliminando e simplificando tarefas na passagem da fase de desenho, medição e moldagem para a fase de corte.

Impactos a nível da firma

Economia de material - Como já havíamos assinalados anteriormente, os gastos com tecidos são responsáveis por 40 a 60% dos custos totais. A decorrência lógica desse fato é a busca por parte das firmas em racionalizar a utilização

desse material. Mesmo uma pequena redução nesse componente de custo, representa em termos globais uma substancial economia. Vale a pena ainda lembrar que, as sobras de material tem baixíssimo valor de mercado.

As razões alegadas para utilização do CAD, dão especial importância à economia de tecido. De acordo com Hoffman e Rush (1984) as economias de material chegam de 4 a 6% do total utilizado anteriormente. Estas provêm em sua maioria, de um planejamento mais apurado da localização de cada peça por rolo de material, possível através do CAD. Uma comparação em termos de potencial de economias de tecidos, entre o método manual e o CAD, pode ser vista na Tabela III.2.3.

Volume e qualificação da mão-de-obra - desde que os gastos com mão-de-obra na fase em questão são relativamente reduzidos, a introdução do CAD tem pouco a ver com economias de custo do fator trabalho. Tem a ver sim com tentativas de empresas de reduzir a dependência de profissionais qualificados, geralmente muito escassos.

Apesar de não ter sua introdução ligada a intenção de reduzir o número de empregados, o CAD acaba por reduzi-los. Essa redução chega a 40% (Hoffman e Rush, 1984), combinada inclusive com elevações no produto. Em termos de qualificação, o CAD quase que elimina a figura do medidor (grader), o mesmo acontecendo com o trabalhador especializado em moldagem (marker making), cuja qualificação ainda se faz necessária mesmo

TABELA III.2.3

COMPARAÇÃO ENTRE A MOLDAGEM MANUAL E A MOLDAGEM ASSISTIDA POR COMPUTADOR

| VESTUÁRIO | MOLDAGEM MANUAL (METROS) | MOLDAGEM POR COMPUTADOR (CAD) | UTILIZAÇÃO DE MATERIAL COM O CAD | POUPANÇA POTENCIAL DE MATERIAL METROS PERCENTAGEM |
|------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|
| Vestido Feminino | 4.82 | 4.68 | 87,3 % | 0.14 2,9 % |
| Vestido Infantil | 9.42 | 8.45 | 86,9 % | 0.97 10,3 % |

Fonte: Hush e Hoffman (1984) Microelectronics and clothing. The impact os technical change on a global industry. University of Sussex.

com o sistema computadorizado.

Na área de manutenção, não há reduções sensíveis no pessoal utilizado, ocorrendo apenas uma mudança nas qualificações exigidas.

Flexibilidade e "lead time" - As reduções no lead time, através do CAD são substâncias, apesar de difícil quantificação. Essa característica torna-se extremamente importante para firmas que atuam em mercados altamente instáveis e que exigem o lançamento constante de novos produtos. A redução no tempo de medição e moldagem varia de um fator de 2 a 6 em relação ao método manual (Hoffman e Rush, 1984).

É visível portanto, o ganho de flexibilidade, aliado ao fato de que os padrões de medidas e moldes podem ser estocados sem nenhum custo e podem ser recuperados em questão de segundos.

B) Corte

Depois de uma série de desenvolvimentos tecnológicos na área de corte, especialmente a partir dos anos 50, em direção a um sistema automático (hot wires, jatos d'água, raio laser); as máquinas de controle numérico emergiram como o melhor sistema.

Esse sistema automático só pode ser utilizado em conjunção com a aplicação do CAD na área de medição e moldagem. A faca de controle numérico recebe os dados a respeito das

peças (dimensão, formas, localização no tecido, etc.), produzidos na medição e moldagem, em forma de programas para computador.

Qualificação e volume de mão-de-obra - O sistema automático de corte é desqualificador e redutor da mão-de-obra. Os custos diretos com pessoal tem caído em alguns casos entre 50 a 60%. (Hoffman e Rush, 1984). A desqualificação que acompanha a redução nas necessidades de mão-de-obra fica evidente pelo fato de que o tempo de treinamento é reduzido em 90%. (Hoffman e Rush, 1984). O sistema automático de corte transferiu a responsabilidade do altamente especializado cortador para a figura do supervisor ou gerente.

Utilização de material e eficiência do corte - a redução no desperdício de material é uma das mais importantes características redutoras de custo do corte automático. Torna-se, no entanto, difícil o isolamento desse impacto, pois os dados geralmente vêm associados a utilização do CAD. De qualquer forma, além da economia de material, o sistema automático permite cortes mais precisos, reduzindo o número de peças defeituosas. Além disso, cortes mal feitos chegam a elevar de 6 a 8% do tempo de trabalho na costura (Hoffman e Rush, 1984), enquanto que uma firma estimou uma elevação de 3% a 5% na produtividade da fase de costura (montagem) graças a utilização da faca de controle numérico (Hoffman e Rush, 1984). Um sumário do potencial redutor de custos das tecnologias de automação na fase de pré-montagem é apresentado na Tabela III.2.5.

C) Montagem

Aplicações da microeletrônica na tecnologia de costura - Em meados dos anos 70 começam a surgir modelos de máquinas de costura aos quais era acoplados sistemas de controle numérico ou baseados em microprocessadores, destinados a realização de uma série de tarefas. Essas máquinas podem ser divididas em 3 modelos básicos: máquinas especializadas, máquinas conversíveis pré-programadas e máquinas de operador programável.

O primeiro tipo envolve o uso de microprocessadores e unidades de controle numérico para controlar operações especializadas, como a fixação de botões. O envolvimento do operador se restringe a colocação de material e a retirada do produto final. A programação é feita fora da máquina, geralmente pelo seu produtor, sendo a flexibilidade bastante limitada.

O segundo tipo de máquina, envolve a modificação de máquinas de costura tradicionais que tornam-se conversíveis para realização de diversas tarefas, pelo uso de programas determinados. O envolvimento do operador é similar ao do primeiro tipo de máquina, sendo a programação de mais fácil realização.

O terceiro e último tipo, representa a mais avançada aplicação da microeletrônica na tecnologia de costura. Envolve a utilização de máquinas de costura de propósito múltiplo e pode ser considerado um sistema de operação pro-

TABELA III.2.5

EQUIPAMENTOS COMPUTADORIZADOS DE CORTE, MEDIÇÃO E MOLDAGEM - CARACTERÍSTICAS

| TIPO DE EQUIPAMENTO E FUNÇÃO | FORNECEDOR | ESPECIFICAÇÕES E OUTRAS CARACTERÍSTICAS |
|---|-------------------|---|
| Medição e moldagem assistida por computador | CAMSCO (USA) | 4 - 6 % economia de tecido 40 % redução de mão-de-obra direta 50 % redução no "lead time" Pode ser ligado no sistema de corte Gerber |
| | GERNER (USA) | As mesmas características acima |
| | LASER LECTRA (FR) | Sistema modular requerido para mercados de pequeno, médio porte |
| Sistema de corte de controle numérico assistidos por computador | GERBER (USA) | 25 - 40 % redução de mão-de-obra direta 1 - 2 % economia de tecido 90 % redução no tempo de treinamento |

Fonte: Hush e Hoffman (1984): Microelectronics and clothing. The impact of technical change on a global industry. University of Sussex.

gramável. A sofisticação não está tanto no grau de automação envolvido, mas nos sistemas de software incorporados à máquina que a tornam mais flexível e mais adaptável às condições reais de operação. As unidades de controle desses sistemas envolvem uma gama de funções muito mais ampla do que a existente nos outros modelos.

Impactos sobre a firma - A produtividade do trabalho

- Ao contrário da fase de pré-montagem, onde os ganhos em termos de produtividade do trabalho não são os mais importantes, na fase de montagem os impactos da microeletrônica se fazem mais marcantes justamente neste item.

Apesar dos ganhos a nível dos três equipamentos serem substanciais, estes poderiam ser ainda maiores caso fossem ultrapassados alguns problemas técnicos. No que diz respeito às máquinas especializadas, permanece um trade off entre escala e flexibilidade, o que restringe a sua utilização a um certo número de firmas. O desenvolvimento de dispositivos que permitam a autoprogramação iria aumentar a flexibilidade dessas máquinas sem prejudicar os ganhos de escala em termos de especialização. As máquinas conversíveis pré-programáveis, apesar de mais flexíveis, apresentam restrições em termos do alto custo do equipamento devido à escala ótima de produção. As máquinas de operação programável são imbatíveis em termos de flexibilidade, no entanto, enfrentam uma restrição por parte da elevada necessidade de manipulação de material.

Na verdade, a não ser no caso específico de algumas grandes máquinas, o problema de manipulação do material, que está na base da unidade operador/máquina, não foi ainda resolvido. Até que isso aconteça, os avanços dos níveis de automação permanecem limitados nesta fase de montagem.

Efeitos sobre o emprego - Os impactos sobre o emprego

devido a difusão da microeletrônica na fase de montagem são de difícil mensuração devido, em primeiro lugar, à existência de outros fenômenos paralelos simultâneos, que em nada têm haver com o processo de mudança técnica; e em segundo lugar em função do nível de difusão das máquinas em questão ser extremamente baixo.

De qualquer forma, as entrevistas realizadas por Hoffman e Rush (1984), indicavam a economia de mão-de-obra como o principal fator de adoção do equipamento pelos fabricantes. Os entrevistados americanos chegam a prever, caso a tecnologia em questão se difunda, uma redução de 50% nas necessidades de mão-de-obra para o mesmo nível de produto.

A automatização da montagem poderá levar também a redução do número de subcontratações, já que as firmas estariam em tese mais aptas a realizar determinadas tarefas, anteriormente subcontratadas. "O emprego gerado nas firmas inovadoras é sempre menor do que o emprego perdido nas firmas subcontratadas". (Hoffman e Rush, 1984).

Desqualificação e custos de treinamento - Os impactos nessa questão são extremamente relevantes. Em função da alta rotatividade entre os operadores (cerca de 50%, Hoffman e Rush, 1984), as firmas têm gastos substanciais nas atividades de recrutamento e treinamento. O uso do equipamento automatizado é eficaz na resolução desses problemas. Em muitos casos, particularmente no que diz respeito às máquinas especializadas, uma operação que levava meses de treinamento é completamente desqualificada. A Tabela III.2.6, apresenta estimativas de redução no custo e tempo de treinamento, a partir de um número de firmas selecionadas (Hoffman e Rush, 1984). No caso das máquinas especializadas e das pré-programadas, a redução no tempo de treinamento varia entre 10% e 90%.

Impactos na área de manutenção - Tanto os fabricantes de roupas como os fornecedores de equipamento apontam a questão da manutenção, como um dos maiores problemas associados a utilização de tecnologia microeletrônica na fase de montagem. Os problemas advêm dos baixos níveis de qualificação encontrados no pessoal ligado à manutenção do setor.

Economia de material e qualidade de produto - Melhoraria na qualidade do produto final é um dos importantes benefícios ressaltados pelos fabricantes (Hoffman e Rush, 1984), devido a automatização da montagem. Os mais importantes aspectos dos ganhos de qualidade dizem respeito a maior consistência e precisão das tarefas de costura. No processo tradicional, a medida que evolui o dia de trabalho cai

TABELA III.2.6

REDUÇÃO NO TEMPO E CUSTO DE TREINAMENTO ATRAVÉS DO USO DA MICROELETRÔNICA NA ETAPA DE COSTURA

| ATIVIDADE | REDUÇÃO NO TEMPO DE TREINAMENTO |
|-------------------------------|--|
| Fixação de colarinho | 60 % |
| Fixação do conjunto de bolsos | 40 % |
| Costura de colarinho | 30 % |
| Costura de partes menores | De 12 - 15 semanas para 3 - 4 semanas De 50 - 70 % dependendo da tarefa |
| Fixação de partes decorativas | 90 % utilizando-se trabalhadores não qualificados |
| Casa de botão e fixação | 30 % |
| Fixação de colarinho | 93 % de redução no custo de treinamento |
| Fixação de conjunto de bolsos | 70 % de redução no custo de treinamento |
| Bordados | 90 % de redução no custo de treinamento |

Fonte: Rush e Hoffman (1984). Microelectronics and clothing. The impact of technical change on a global industry. University of Sussex.

qualidade da costura, em função dos inúmeros fatores como a fadiga do operador, a pressão para realizar determinado volume de produção, etc.. O uso do equipamento automatizado elimina esses tipos de problemas.

A melhoria da qualidade produz benefícios tangíveis e intangíveis. Entre os mais tangíveis, pode-se citar a redução nos custos de controle de qualidade, e a economia de material em função da diminuição das taxas de rejeição do produto. Dentre os mais intangíveis destaca-se a melhorado grau de competitividade do produto.

III.2.d - Difusão

O avanço em direção à tecnologia microeletrônica, no setor, tem sido feito de forma desigual entre as diversas fases do processo de produção. Enquanto que na fase pré-montagem chegou-se a processos totalmente automatizados, onde a microeletrônica é dominante, na fase de montagem e utilização deste é marginal. As características fundamentais da tecnologia de costura permanecem intocadas.

Essa morosidade no processo de inovação é aliada a uma velocidade muito baixa de difusão da tecnologia já disponível. Somente as grandes firmas, tecnologicamente sofisticadas, fazem uso dos aparatos microeletrônicos existentes. As principais razões para tal comportamento são de natureza gerencial, de estrutura da indústria, e de ordem técnica (Hoffman e Rush, 1984).

Razões gerenciais e estruturais - A postura conservadora da indústria em relação às inovações e sua visão restrita a respeito da relação entre competitividade e desenvolvimento tecnológico, se constituem numa das principais barreiras no desenvolvimento e a difusão da tecnologia microeletrônica. A maioria das firmas reluta em investir em novas tecnologias, a não ser que sejam de baixo custo, de eficiência comprovada, e que não envolvam grandes mudanças na organização da produção.

As raízes para tal tipo de atitude podem ser baseadas nas características estruturais da indústria. Com baixas barreiras econômicas e tecnológicas à entrada, na maioria dos países da OECD a indústria é constituída por numerosas pequenas firmas, operando em mercados altamente fragmentados. As firmas operam com margens de lucro reduzidas, baixas relações capital/produto, num ambiente altamente competitivo. Esses fatores mantêm baixa a taxa de lucro e limitam as possibilidades de investimento.

Além disso, pelo fato das firmas só poderem manter um pequeno número de empregados não ligados a produção, o desenvolvimento da capacidade gerencial é reduzido. Os gerentes são absorvidos por uma série de tarefas correntes, não havendo tempo para o estudo de questões não diretamente ligadas a produção ou a sobrevivência da firma.

Essas condições, obviamente, não levam a uma conduta agressiva em relação as inovações. As práticas de produção

largamente estabelecidas, raramente são questionadas, e a aversão ao risco é grande. O uso de novas técnicas, que envolvem mudanças na rotina pré-estabelecida, tende a ser severamente questionada, já que a flexibilidade oferecida pelas máquinas de costura, de baixo custo e de longa duração, garantiram e ainda garantem a sobrevivência da firma.

As razões técnicas - Os obstáculos técnicos à difusão e inovação estão mais relacionadas à fase de montagem. O mais importante deles diz respeito à manipulação de material, que é responsável por mais de 80% do tempo do ciclo da produção, e que em última análise determina a elevada intensidade de trabalho existente na indústria.

A ampla variedade de tecidos utilizada implica na manipulação de materiais de diferentes características. Essa tarefa é realizada pelo trabalhador especializado com relativa facilidade, utilizando-se dos recursos visuais, táteis e da habilidade manual. O processo de automatização, no entanto, torna-se extremamente complicado. A maquinaria envolvida tem que ser dotada de mecanismos que a habilite manipular tecidos com características diversas, além de realizar movimentos variados com o material de acordo com o tipo de costura realizado.

Até que o problema de manipulação do material seja resolvido, o processo de automação na fase de montagem se desenvolverá lentamente. Essa solução, de acordo com Hoffman e Rush (1984), não virá nem a curto nem a médio prazo. Acreditam, no entanto, que não se constitui num problema puramente técnico

mas originado também de certas barreiras à inovação advindas das características estruturais da indústria discutidas anteriormente.

III.2.e - Implicações para o Terceiro Mundo

Naturalmente, no longo prazo, a se concretizarem todas as perspectivas observadas hoje em dia sobre a aplicação nos países desenvolvidos de tecnologias automatizadas com base na ME na indústria de confecções, a competitividade desta indústria situada no Terceiro Mundo será severamente ameaçada, revertendo as tendências recentes na divisão internacional do trabalho. Esta porém não é uma ameaça de curto prazo (no sentido keynesiano), nem ocorrerá de maneira homogênea ou linear.

Em primeiro lugar a nova tecnologia de automação ainda não está consolidada e sedimentada o suficiente para emular ganhos substanciais generalizados na indústria, mesmo nos países geradores de inovações. Em segundo lugar, as dificuldades técnicas à estas inovações variam entre as diversas atividades a automatizar e nem sempre superá-las implica numa ameaça imediata à indústria no Terceiro Mundo, pelos elevados custos iniciais (inclusive de aprendizado). Resalte-se também que a superação de algumas destas dificuldades não é prevista para tão cedo, o que dá tempo para alguma atitude reativa da indústria em pelo menos alguns dos países em desenvolvimento. Este por sinal é o terceiro ponto: pode-se supor que países do Terceiro Mundo passem a importar equipamentos e utilizá-los pelo menos em algumas atividades

des chave para a competitividade relativa (e.g. uso de CAD no projeto de corte). Para pelo menos as empresas ligadas ao mercado internacional, seja por propriedade de capital, seja por exportações, isto não só é previsível, como não deve tardar. Além do mais, em alguns países em desenvolvimento onde já existe uma indústria de informática nascente, pode-se prever a tentativa de fabricação local de tais equipamentos automatizados pela microeletrônica.

III.3 - Processo de Alimentos e Bebidas

III.3.1 - Características Gerais:

O setor de alimentos e bebidas apresenta um grau de heterogeneidade bastante significativo seja nas dimensões das empresas, seja no leque de produtos que comporta (massas, laticínios, carnes, enlatados, congelados ...). Este fato, aliado a extrema escassez de trabalhos disponíveis, dificulta em muito o tratamento do tema. Sua abordagem, mesmo que breve, é justificada na medida em que, segundo SPRU (1984), é a indústria que tem a maior proporção de estabelecimentos utilizando aparelhagem microeletrônica depois do setor de bens elétricos e engenharia mecânica.

Para fins de análise podemos dividir, de acordo com o trabalho citado, as tecnologias do setor em: preservação, produtos e processos cada qual recebendo um tratamento físico, químico ou biológico.

As técnicas de preservação evitam a deterioração química dos alimentos. Matando os agentes potenciais ao submeter o alimento a alta temperatura ou irradiação, evita-se subsequente invasão e crescimento de microorganismos nocivos através de conservação em ambiente esterilizado, congelamento, secagem, desidratação, uso de antibióticos, pasteurização e enlatamento. O desenvolvimento do subsetor de congelados é a sua maior característica e vem sendo facilitado pelo desenvolvimento de métodos de congelamento e pela produção de alimentos para tal fim. É resultado de complexa combinação de inovações técnicas, motivações econômicas e condicionamentos sociais.

Em termos de produto têm-se nas últimas décadas uma larga diferenciação. Só na Inglaterra existiam 1.500 linhas de alimentos processados em 1959 enquanto que em 84 este número atingiu a marca de 10.000.

Nos processos desde o pós-guerra os desenvolvimentos tecnológicos mais significativos resultaram da introdução da microeletrônica e atualmente há grande expectativa em torno dos avanços da biotecnologia moderna.

A distinção porém, entre inovações de produto e de processos não é clara: em alguns casos um novo produto pode ser introduzido com mínima modificação na tecnologia do processo, enquanto que, por outro lado, um processo radicalmente novo pode envolver mínimas mudanças no produto. Já no caso do grupo nevrálgico de tecnologias de preservação de co-

restíveis esta distinção é bastante mais difícil. Produtos como o café instantâneo e as ervilhas congeladas, por exemplo, dependeram de desenvolvimentos nos processos para serem introduzidos.

III.3.2- A microeletrônica no controle do processo produtivo

Desde 1960, quando foi introduzida na indústria de processamento de alimentos e bebidas, a automação com uso da tecnologia da informação, assitiu a 3 etapas distintas. A primeira seria a dos grandes, caros e limitados computadores, a segunda foi a dos microprocessadores de controle de operações individuais, chegando no atual momento, nos controles integrados (Bessant, J. e Cole, S. 1985).

Como o processo de produção se aproxima dos de fluxo contínuo o impacto da introdução da microeletrônica se dá de forma mais incremental do que propriamente radical, através da utilização do controle computadorizado. Vários sistemas de controle e software são utilizados para um determinado número de operações padrões na indústria: pesar, cozinhar, sequenciar. O trade-off existente se dá entre a complexidade de operações requeridas e seu volume, fazendo com que sistemas padronizados versáteis sejam constantemente comercializados. É justamente no melhor controle do processo de produção que a maioria dos estabelecimento encontram as principais vantagens de automação ao lado de um mais eficiente aproveitamento do trabalho e de melhor consistência no produto.

A microeletrônica possibilitou uma forte reestruturação na monitorização do processamento de alimentos e bebidas com aplicações desde a matéria prima até a embalagem, estocagem e distinção. Com base em sensores padronizados e software, encontram-se limitações devido à ausência de sensores adequados a tarefas específicas.

Através da monitorização do sistema energético por sistema computadorizado coleta-se a baixo custo, informações sobre o uso de energia, identificando áreas de desperdício e possibilitando a detecção de prioridades para intervenção. Estes sistemas são passivos, constatando dados e até analisando-os sem, no entanto, atuar sob a forma de comando de controle de qualquer operação.

Outro sistema largamente usado nesta indústria é o diagnostic analysis capaz de monitorar mais de 160 diferentes situações em uma planta. Como vantagem oferece além da simplicidade e baixo custo, a possibilidade de elevar a confiabilidade da planta, através da monitorização das condições existentes, poupar qualificação em diagnóstico e aprimorar a manutenção do processo.

III.3.3 - Casos de Aplicação

Seguem-se exemplos da introdução de controles computadorizados em processos produtivos que fazem com que o processamento de massas, carnes, chocolates, enlatados e laticínios se aproximem de processos contínuos (Bessant, J. e Cole, S., 1985).

Uma fábrica de pizzas congeladas e produtos de carnes trituradas da Findus, no Reino Unido, divisão da Nestlé/Unilever inaugurada em 83, foi projetada para ser utilizada 24 horas por dia, durante os sete dias da semana. Esforço considerável foi dispendido no projeto, no sentido de eficiência e higiene. Os blocos de carne congelada são comprados, pesados com balanças controladas por microprocessador, examinadas por detector eletrônico capaz de perceber a presença de metais e estocados em um refrigerador. Um analisador grafoscan de imagem visual analisa-os e um microprocessador calcula a relação gordura/parte magra. Informações coletadas serão utilizadas na fórmula de preparo da carne no processamento.

Antes do processamento um sistema CLP dirige o tempo da carne através de um descongelamento controlado de 20 horas. A partir de então, tem-se um fluxo contínuo com carne congelada entrando de um lado e hamburger saindo por outro. Com controle computadorizado e planejamento de lay-out, tem-se alta flexibilidade no leque de produtos tratados.

O produto é, então, pesado e checado (inclusive com nova detecção de metais e análise ótica) através de um sistema de monitorização controlado por microprocessador. Novamente congelado em outro fluxo contínuo, atinge a área de embalagem sendo que quaisquer das 5 linhas de produção podem lidar com qualquer um dos produtos. A maior parte da mão-de-obra, nesta planta, 170 pessoas, está concentrada no empacotamento.

Na área de panificação, tipos diferentes de massa foram padronizadas de modo a se compatibilizarem em linhas automáticas contínuas de processamento. A divisão, moldagem, deramamento, panificação e cozimento são controlados por câmeras de TV sendo que os fornos são comandados por microprocessadores e sistemas economizadores de energia como pré-aquecedores e recirculadores.

Já numa fábrica de chocolates fez-se grande investimento de longo prazo com corte de 2.500 empregados através da racionalização e do uso de avanço tecnológico de automação. Tradicionalmente, uma atividade de pequenos lotes antiga planta não tinha uma clara lógica de produção sendo uma das principais modificações adaptar uma operação semi-contínua em uma única e longa linha de produção. Esta mudança, em particular a automação do empacotamento requisitou a simplificação e modificação no tipo e leque de produtos.

A matéria prima é monitorizada em setor de estoque e quando os ingredientes são requisitados, são distribuídos por bombas misturadoras controladas por microprocessadores para a área de mistura. Também o cozimento se dá sob controle e monitorização computadorizados. Processos automático são necessários em todos estágios para medição de viscosidade, peso, temperatura. No empacotamento, 24 braços programáveis fazem a embalagem na razão de 60 por minuto, 20 a menos do que a linha manual. No entanto, o contingente de homens foi cortado de 40 para 20 por linha e o número de linhas de 10 para 3. No controle de qualidade é preciso acurada checagem de peso para cumprir a vigorosa legislação da EEC.

Numa manufatura de soja enlatada através de um sistema de distribuição computadorizada, 200 diferentes receitas e 30 mix cycles podem ser produzidos, sendo que a qualquer hora, 24 destas receitas podem ser produzidas simultaneamente. Escolhida a receita, os ingredientes são encaminhados automaticamente. Com melhor qualidade, maior throughput, alta confiabilidade, flexibilidade, facilidade de set up e poupança de energia o sistema de controle inclui ainda, um módulo de balanceamento de calor para controle da temperatura compensação para materiais em trânsito, operações de calibragem de peso, instalações para teste automatizado.

Numa fábrica de laticínios, um microprocessador controla um grupo de 3 pasteurizadores, outro controle um dispositivo de lavagem, e ainda outro controla um resfriamento e estocagem de leite in natura. Com uma forma de controle descentralizado, cada bloco age independentemente de modo que uma falha não para toda planta. No entanto, a meta é reduzir todos os controles e apenas uma sala. O CIP lava tanques de leite, pipas, pasteurizadores com água (hot caustic wash), água quente e fria. Antes, o sistema de relay eletrônico problemático tinha alta taxa de falhas, inflexibilidade (dificuldade de modificar a duração, concentração química e temperatura dos banhos) e não havia comunicação com outros sistemas. Com o microprocessador eleva-se a confiabilidade, a repetibilidade, e capacidade de modificar programas e ainda tem-se um relatório para cada lavagem. (ME Monitor, 1983).

III.4 - Máquinas-Ferramenta

III.4.1 - Características do setor

A produção de máquinas-ferramenta é fundamental para o desenvolvimento industrial. É o primeiro e estratégico elo na produção de maquinaria em geral. A produção mundial, em 1980, ultrapassou US\$ 26 bilhões, sendo 3/4 máquinas de usinagem e 1/4 de conformação. O emprego no setor está em torno de 550.000, no mundo todo, sendo, cerca de 300.000, na Europa, mais de 100.000 nos EUA e talvez uns 45.000 no Japão.

Pode-se perceber o papel estratégico do setor industrial produtor de máquinas-ferramenta através de algumas observações. Praticamente todos os produtos industriais têm peças ou componentes fabricados com máquinas-ferramenta. A qualidade destas partes e componentes é que determina, em grande parte, o desempenho e confiabilidade do produto industrial. Nenhuma peça pode, mantida constantes as demais condições do processo de manufatura, ter melhores atributos do que a máquina-ferramenta que a fabricou. (IMF, 1982).

A produção de máquinas-ferramenta é altamente nucleadora e difusora de progresso tecnológico, por definição. Não é por acaso que foi o cerne de um processo de convergência tecnológica, tão logo constituiu-se enquanto um setor industrial na segunda metade do século passado, nos EUA (Rosemberg, 1976). Quanto mais padronizadamente se produzia máquinas universais, maior a produtividade que o setor conseguia e, como o próprio setor

é grande usuário de máquinas universais criou-se, também um fator de sinergia.

A produção de máquinas automáticas, beneficiava-se disso, igualmente, porém dependia do contacto com cada cliente para especificar as características de cada equipamento. Seus principais demandantes historicamente, até meados do século XX, foram a produção de equipamento ferroviário, a indústria automobilística, o esforço bélico (as duas guerras mundiais), e a indústria aeronáutica.

A partir de meados do século XX, alguns fatos novos e bastante significativos ocorreram na indústria. Fundamental, foi o rompimento da barreira à automação da produção, em lotes e pequenas séries pela utilização de controle numérico (CN). A invenção e difusão do CN provocou transformações qualitativas no processo de produção material e indicou caminhos para mudanças radicais na base técnica (eletromecânica) do sistema produtivo que, por sua vez, foram (e estão sendo) aceleradas pela "invasão" da microeletrônica. Outro fato importante foi o desenvolvimento das indústrias de máquinas-ferramenta alemã e japonesa, levando-as à liderança da produção mundial (ver Tabela III.4.1), e de exportação para o mercado mundial, com participação de 24,2 e 13,4%, respectivamente, em 1982 (a parcela japonesa era de 3,3%, em 1966).

Especialmente marcantes nesta tabela são a queda da participação americana e inglesa no período 1965-1974, e a espetacular ascensão japonesa. As empresas japonesas promoveram um

TABELA III.4.1

PARCELAS DA PRODUÇÃO MUNDIAL DOS PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES (PERCENTAGENS)

| | 1965 | 1974 | 1980 | 1981 | 1982 |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| R.F.Alemanha | 17,5 | 17,8 | 17,7 | 15,0 | 15,4 |
| Itália | 2,6 | 6,1 | 6,2 | 5,7 | 5,5 |
| Japão | 4,1 | 12,9 | 14,4 | 18,2 | 17,1 |
| Suíça | 3,2 | 3,6 | 4,0 | 3,2 | 3,4 |
| Inglaterra | 8,2 | 4,6 | 4,5 | 3,5 | 3,2 |
| EUA | 28,4 | 16,9 | 18,2 | 19,4 | 15,3 |
| URSS | 14,9 | 14,6 | 11,7 | 11,1 | 12,9 |
| TOTAL | 78,9 | 76,5 | 76,7 | 76,1 | 73,4 |
| 100% = US\$ milhões | 4.811 | 12.656 | 26.535 | 26.418 | 22.696 |

Fonte: OECD, 1984 e NMTBA, 1982, citado em Sciberras, 1985.

substancial esforço de transferência de tecnologia através de licenciamento, principalmente dos EUA, de onde eram oriundas trinta e quatro das setenta e oito licenças obtidas entre 1965 e 1974 (Sciberras, 1985). Hoje em dia, a indústria japonesa de MF passou de importadora à exportadora de tecnologia.

Nas duas últimas décadas o comércio mundial vem crescendo e absorvendo maiores parcelas da produção dos países líderes no mercado. A Tabela III.4.2 mostra, para os principais países produtores de máquinas-ferramenta, a parcela de produção que é exportada e a parcela de importação contida no mercado interno.

TABELA III.4.2

PARCELA DE PRODUÇÃO EXPORTADA (X/P) E PARCELA DAS IMPORTAÇÕES NO CONSUMO (M/C) EM 1982 (PERCENTAGENS)

| | 1966 | | 1982 | |
|--------------|------|------|------|------|
| | X/P | M/C | X/P | M/C |
| R.F.Alemanha | 54,9 | 18,0 | 65,9 | 30,1 |
| Itália | 63,0 | 53,2 | 59,7 | 30,5 |
| Japão | 19,1 | 12,6 | 32,7 | 8,0 |
| Suíça | 67,4 | 34,5 | 88,5 | 66,0 |
| Inglaterra | 29,4 | 24,3 | 66,6 | 61,1 |
| USA | 12,9 | 7,1 | 17,7 | 30,4 |

Fonte: Sciberras, 1985.

Até por estes ângulos, salta aos olhos o desempenho da indústria japonesa de máquinas-ferramenta que, não apenas é cada vez mais capaz de voltar sua produção para o comércio exterior, como também é capaz de depender menos para seu próprio consumo da produção de outros países. Os dados acima devem ser vistos com alguma cautela, pois a comparação de números absolutos sobre desenvolvimento de longo prazo, pode ocultar fenômenos importantes e características de uma indústria marcada pela flutuação que envolve a atividade econômica.

Mesmo assim, é marcante a ascensão recente da indústria de máquinas-ferramenta japonesa não obstante o declínio da produção mundial. Em 1982, o Japão já era o 3º maior consumidor de máquinas-ferramenta no mundo, atrás apenas dos EUA e

da URSS.

Como se viu acima, o suprimento deste mercado foi feito primordialmente pela indústria local. A produção japonesa aumentou sua produção em 70% em valor constante entre 1976 e 1979, e em 51% em unidades entre 1976 e 1980 (IMF, 1982), encarecendo assim, o preço de seu produto médio. Apesar disso o emprego correspondente reduziu-se em 25% entre 1973 e 1981, o que atesta o aumento de produtividade alcançado nos últimos anos, por aquela indústria. Existem razões tecnológicas que consubstanciam este aumento de produtividade. É o que será visto na seção seguinte.

III.4.2- Automação, Flexibilidade e Competitividade: a liderança japonesa

Ora, mais do que em qualquer outro setor industrial, falar em automação na produção de máquinas-ferramenta é falar no uso dos EAME que vem sendo tratados ao longo deste relatório (em especial de MFCN e sistemas flexíveis de manufatura, mas também de robôs e outros equipamentos controlados por CLP). Com tamanhos de lotes ou séries que variam entre 10 e 1.000 unidades (na média entre 40 e 100), é uma indústria que necessita, particularmente, de flexibilidade que vinha sendo alcançada com o uso de máquinas universais e o emprego de trabalhadores manuais altamente qualificados (e com muita experiência). Pois é justamente o advento da base técnica ME, que consegue aliar automação à flexibilidade, que está permiti

tindo uma reestruturação da base produtiva da indústria e grandes aumentos de produtividade (Ver Tabela III.4.3).

TABELA III.4.3

PRODUTIVIDADE APARENTE NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS-FERRAMENTA (PRODUTO POR EMPREGADO, EM US\$1.000)

| PAÍS | ANO | |
|--------------|------|------|
| | 1975 | 1980 |
| R.F.Alemanha | | |
| Itália | 23,6 | 27,5 |
| Japão | 23,9 | 30,0 |
| Inglaterra | 19,0 | 54,5 |
| EUA | 13,7 | 13,6 |
| | 27,6 | 27,1 |

Fonte: Sciberras, 1985.

Nota-se uma dramática diferença no desempenho da indústria japonesa que praticamente triplicou sua produtividade em cinco anos. Argumenta-se que o aumento da competitividade alcançado por esta indústria advém nem tanto de pesados investimentos que poderiam diferenciá-la em relação aos EUA e à R.F. Alemanha, mas principalmente dos tipos de tecnologia avançada em equipamentos de manufatura automática (células e sistemas flexíveis) que as empresas japonesas do ramo dispuseram-se a adotar. Estas diferenças também não seriam explicáveis primordialmente pelas variações dos salários entre os países produtores, mas sim pelo uso de equipamentos de manufatura altamente

te produtivos adequados a este tipo de produção e pelo modo muito bem planejado e integrado de sua utilização (Sciberras, 1985).

As reduções de custo resultam da substituição de equipamento convencional por EAME individualmente, mas estendem-se ainda mais quando células e sistemas flexíveis de manufatura são utilizados. As principais economias provêm da possibilidade de operar em três turnos, da redução dos tempos de usinagem por peça (lead time) e de preparação dos equipamentos (set up), da diminuição do espaço da fábrica necessário àquela manufatura, e também da redução de estoques, de peças em curso de fabricação, quantidade de capital e de trabalho, seu custo, etc. A Tabela V.4.4 mostra os principais conjuntos de vantagens advindos da passagem de equipamentos convencionais e de CNC para sistemas flexíveis de manufatura.

Outra fonte importante de melhora de desempenho pode ser alcançada através do uso extensivo e sistemático dos EAME dentro da própria empresa produtora (o que no caso dos equipamentos universais é quase "natural"), propiciando assim, economias de aprendizado. Este tipo de benefício foi amplamente colhido pelas empresas japonesas que não apenas têm tido uma política explícita neste sentido, como também por fazerem parte de grandes conglomerados, beneficiam-se bastante de uma cooperação estreita com os usuários de seus produtos, permitindo assim, que sejam melhor aperfeiçoados.

Acredita-se que este tipo de interação com a indústria automobilística propiciou, à indústria de máquinas-ferramenta

TABELA III.4.4

EXTENSÃO DOS BENEFÍCIOS OBTIDOS PELA SUBSTITUIÇÃO DA MÁQUINAS FERRAMENTA CONVENCIONAIS E A CNC POR FMS

| Utilização | Convencional por FMS (% variação) | MFCN individuais por FMS (% variação) |
|------------------------------|--------------------------------------|---|
| | 25-80 (aumento)* | 62,5 (aumento) |
| Custo de peças | 25-70 | 5 |
| Tempo de máquina | 26-95 | 20 |
| Quantidade de máquina | 88-44 | 40 |
| Espaço na fábrica | 39-75 | ND |
| Trabalho/salários | 44-90 | 56 |
| Tempo de set up | 80 | ND |
| Capital empregado | 72 | 44 |
| Estoques | 87 | 45 |
| Peças em curso de fabricação | 96 | 86 |
| Custos gerais | 24-50 | 16 |

* Fimas japonesas chegam a 95% de aumento no tempo de utilização dos equipamentos.

ND - Não disponível.

FONTE: Sciberras, 1985.

local duas importantes experiências. Uma delas (como será visto na seção que tratará da indústria automobilística) resulta da necessidade de prover equipamentos adequados à produção em massa que agora é condicionada pela estratégia adotada de mudança mais frequentes de modelos de automóveis, principalmente após a crise de petróleo de 1974 (Sciberras, 1985). Experiências semelhantes são atualmente vividas em

outros países (Itália, França, Alemanha e mesmo os EUA), em estruturas industriais verticalmente integradas, particularmente no que concerne à produção de robôs.

A outra, tem a ver com a capacidade de produzir MFCN menores, mais simples de serem usadas e mais baratas, em especial quando se compara com a indústria de máquinas-ferramenta americana, cuja liderança tecnológica atende às necessidades da indústria aeroespacial, produzindo equipamentos mais sofisticados, maiores e mais caros. (Watanabe, 1983). Os tornos japoneses custam cerca de 1/3 do preço dos americanos e os centros de usinagem a metade do preço, em média. (Jacobson, 1983).

Cabe finalmente, ressaltar que a liderança internacional da indústria de máquinas-ferramenta indica claramente que a fronteira da ME foi inequivocamente ultrapassada e por aí seguirá seus caminhos, no sentido de maior automação e flexibilidade. A produção de máquinas-ferramenta convencionais está, progressivamente, sendo deixada de lado nos países líderes, abrindo assim, nichos de mercado que poderão ser ocupados por indústrias de países em desenvolvimento. O abandono dos equipamentos convencionais tem sido reforçado pela queda dos preços dos EAME que acompanha seu aperfeiçoamento tecnológico. Assim é que a relação entre preços de tornos com e sem CN, caiu no Japão de 8,5, em 1974 para 2,5 vezes em 1980. Do mesmo modo, a relação entre preço por tornos produzido com e sem CN, nos EUA, Japão, R.F.Alemanha, França, Itália e Inglaterra, caiu em média de 7,3 para 4,35 entre 1976 e 1980. (Jacobson, 1983).

III.4.3 - Observações Finais

A difusão da ME na manufatura, criou profundas transformações na indústria de máquinas-ferramenta. A engenharia de produto continua crucial (até pelo fato que os equipamentos usam hoje menos e diferentes componentes) mas transformações tecnológicas no processo de fabricação tornaram-se ainda mais importante visto que a concorrência na indústria acirrou-se muito e os fatores preço e qualidade cresceram conseqüentemente em importância.

Com os novos padrões de concorrência estabelecidos, as empresas que quiserem ser bem sucedidas precisam acompanhar estas mudanças em produto e em processo, mudando a mentalidade de seus vários departamentos no sentido de integrá-los melhor e de estabelecer estratégias de mais longo prazo, inclusive entrando eventualmente na produção de dispositivos ME, para se incrementar a competitividade. Um conjunto de novas técnicas e qualificações estão sendo adotadas, porém, para que se colham os benefícios de sua potencialidade novas concepções gerenciais do processo de produção como um todo e áreas de atuação comercial das empresas, fazem-se necessários.

O segmento que produz, padronizadamente, máquinas universais foi particularmente afetado, pois a nova base técnica viabiliza automatizar a produção em pequena escala. A flexibilidade dos equipamentos permite aliar ganhos em escopo com ganhos em escala, isto é, produzindo-se uma variedade maior de produtos consegue-se uma taxa mais alta de utilização dos ain-

da caros) equipamentos, e logo, condições excelentes de competitividade. O segmento de máquinas e sistemas dedicados, por sua própria natureza, não sofreu transformações tão profundas e imediatas, mas também está sendo afetada pela nova lógica de produção maquinofatureira que a difusão dos EAME acarreta. Não é fácil, por isso, determinar precisamente uma escala mínima (e em espaço adequado) a partir da qual as vantagens competitivas generalizam-se. Para tornos CN, por exemplo, estima-se entre 60 e 70 unidades mensais. Para MFCN de maior porte pode ser ainda menor (Sciberras, 1985). O fato é que as escalas mínimas na fronteira da indústria aumentaram, principalmente, para a produção de máquinas universais. Só a possibilidade aberta para a utilização do sistema de produção em 3 turnos já traz enormes vantagens.

Para os países em desenvolvimento é possível que, num primeiro momento, sobre nichos de mercados relativos à produção de equipamentos convencionais. Deve-se lembrar, todavia, que a produção destas máquinas-ferramenta deve (ou tende a) ser customizada. Como além disso os parques industriais dos países em desenvolvimento tendem a incorporar os novos EAME, por menor que seja o processo de modernização, não é difícil deduzir a ocorrência de um efeito sinérgico que pressionará os produtores de máquinas-ferramenta nestes países a automatizar seus processos e a produzirem também máquinas-ferramenta automatizadas pela ME.

De todo modo, o que parece fundamental, com o advento dos EAME, é que as empresas produtoras de máquinas-ferramenta

saibam proceder corretamente a transição de modo a se adequarem à nova estrutura industrial que apenas começa a esboçar-se. Por isso, a visão estratégica de longo prazo é fundamental. Sem ela não há como deixar de sucumbir diante dos novos padrões de concorrência, pelo menos na fronteira do capitalismo.

III.5 - Automobilística

III.5.1 - Principais características históricas

Com poucas décadas de existência, a fabricação de automóveis estabeleceu o que seria o padrão tecnológico para a produção em massa de bens de consumo durável, que prevaleceu durante quase 3/4 do século XX. A indústria automobilística con-figurou-se também como modelo do padrão de organização industrial e de desenvolvimento econômico dos principais países capitalistas no mesmo período.

A linha de montagem de Ford estabeleceu as bases essenciais destes padrões elevando a produtividades das produções em grandes séries até os limites permitidos pela base técnica eletromecânica. De 1.700 veículos produzidos em 1903 quando a Ford começou a operar, e de 10.000 veículos em 1908 quando foi lançado o modelo T, a produção passou, com a introdução das linhas de montagem em 1914 para 300.000 unidades chegando a 1.900.000 em 1923. Utilizando os princípios tayloristas de parcelização de tarefas e introduzindo, além do mais esteiras rolantes de modo a fixar cada trabalhador em um posto e a ditar o seu ritmo de produção, Ford conseguiu assim elevar extraordinariamente a produtividades de suas instalações, sendo seguido, de imediato, pelos principais concorrentes da indústria americana que, logo, assumiu incontestemente a liderança mundial.

A indústria automobilística é dividida em dois grandes

setores: montadoras e fabricantes de auto peças. As montadoras é que determinam o dinamismo da indústria. Retêm para si, em graus e formas variadas de integração vertical, o projeto do veículo, a fabricação dos principais componentes (estampagem da carroceria, usinagem do motor, chassis, etc.), a montagem de subconjuntos e do veículo inteiro, e testes finais. A escala de produção é que determina os níveis de automação de cada processo, através do uso de equipamentos especiais. Neste sentido, uma importante referência é dada pelo conjunto de prensas, tendo em vista o alto custo de investimento respectivo e a dificuldade de modificar sua programação.

A produção de veículos, todavia, é composta de dezenas de milhares de componentes, que devem ser produzidos, antes de serem montados. Por maior que seja a integração vertical das montadoras, a fabricação de uma parte substancial das peças e componentes é subcontratada a outras empresas. Em 1975, esta parte, dentro do custo total dos componentes, nas seis maiores montadoras japonesas, variava entre 61% e 86% (na média 73%). Na General Motors, era 52%, na Ford 62% e na Chrysler 65%. Na Renault, em 1983, era 56% (Watanabe, 1984). A proporção do volume de emprego na produção de auto peças em relação ao emprego nas montadoras varia entre 2 para 1 e 3 para 1. Cabe ainda dizer que nem sempre uma empresa de auto peças produz para uma só montadora, ou mesmo exclusivamente para a indústria automobilística (o que dificulta precisar esta proporção).

Na década de 50, a estrutura da indústria a nível mundial entrou numa segunda fase de desenvolvimento. A ascensão da produção na Europa foi bastante significativa. (Ver Tabela III.5.1). No início desta década, os produtores europeus eram muitos e em geral de pequeno tamanho. Tinham que atender a mercados nacionais bastante diferenciados por renda, impostos locais, condições geográficas, etc. (Altshuler, 1984). Davam então soluções técnicas de projetos e produção também muito diferenciadas ao seus automóveis que, de modo geral, eram bem menores que os carros americanos (isto era verdade mesmo para as subsidiárias de montadoras americanas já instaladas). Com a queda das barreiras tarifárias, a diversificação do mercado europeu tornou-se sua grande força, pois as montadoras passaram a poder vender seus veículos em diversos países, auferindo assim economias de escalas substanciais. Essas escalas eram ainda aumentadas pelas possibilidades de atender as especificidades dos mercados do resto do mundo, inclusive segmentos do mercado dos EUA. Em 1970, a produção européia já tinha ultrapassado a produção americana que, por sua vez, não conseguia penetrar tão intensamente, através de exportação, os mercados europeus.

A terceira importante transformação na estrutura da indústria automobilística a nível mundial deu-se na década de 60 e princípios da década de 70 (ver Tabela V.5.1) com a introdução e o aperfeiçoamento das técnicas de produção em massa de veículos, no Japão. Apoiada em padrões de relações industriais bem diferentes das vigentes nos países ocidentais, a indústria japonesa alcançou aumentos significativos, tanto na escala da produção como em termos de produtividade.

TABELA III.5.1

PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS POR REGIÃO* (EM 1.000 UNIDADES)

| ANO | AMÉRICA DO NORTE | EUROPA OC. | JAPÃO | ECP | RM | TOTAL |
|------|------------------|------------|---------|---------|---------|----------|
| 1950 | 6.950,0 | 1.110,4 | 1,6 | 99,1 | 6,7 | 8.167,8 |
| 1960 | 7.000,6 | 5.119,7 | 165,1 | 272,5 | 427,3 | 12.985,2 |
| 1970 | 7.490,6 | 10.378,6 | 3.178,7 | 701,4 | 1.006,2 | 22.755,5 |
| 1980 | 7.222,3 | 10.371,8 | 7.038,1 | 2.117,8 | 1.889,2 | 28.639,2 |

* América do Norte: USA e Canadá.

Europa Ocidental: Áustria, Bélgica, França, R.F.Alemanha, Itália, Holanda, Espanha, Suécia e Inglaterra.

Economias Centralmente Planejadas: Tchecoslováquia, R.D.Alemanha, Polónia, România e URSS.

Resto do Mundo: Austrália, Argentina, Brasil, Índia, Coreia do Sul, Turquia e Iugoslávia.

FOUITE: Altshuler et alli, 1984.

Entre 1965 e 1970, a quantidade de veículos produzidos por trabalhador empregado na indústria japonesa dobrou de 4,5 para 9,1. Nas atividades diretas do processo de produção de pequenos automóveis de passageiros, a quantidade de horas trabalhadas por veículo caiu à metade, entre 1962 e 1969, de 83 para 41. Nas atividades de suporte caiu a quase um terço, no mesmo período, passando de 46 para 17 (Watanabe, 1984). Nos dez anos seguintes, esta tendência continuou e os números foram praticamente reduzidos à metade em 1979.

É interessante observar que uma parcela substancial dos aperfeiçoamentos alcançados e que levaram à automação da in-

dústria japonesa, veio diretamente do âmbito da produção e em particular dos trabalhadores que contrariamente aos dos países ocidentais, não estando ameaçados pelos fantasmas do desemprego, empenham-se em desenvolver técnicas mais eficientes para aumentar o controle de qualidade (e.g. CCQ) e o fluxo de produção (e.g. just in time ou kan-ban). Com isso, os trabalhadores, além de promoções internas, capacitavam-se ainda mais com qualificações múltiplas.

A natureza das transformações no processo de produção, até o princípio da década de 70 são, todavia, diferentes daquelas que se seguiram principalmente após a crise do petróleo. Na primeira fase, foram alcançados altas escalas de produção mas, basicamente, com formas rígidas de automação. A partir dos meados de 70, com a difusão da ME, a lógica da automação começa a mudar e delinea o início de uma quarta grande transformação da indústria a nível mundial. É o que será tratado na seção seguinte.

III.5.2 - A ME e a nova fase da indústria automobilística

A indústria automobilística mundial (incluindo a produção nos países em desenvolvimento) do final dos anos 70, já era, fortemente oligopolizadas (ver Tabela III.5.3). Apesar dos principais produtores mundiais serem cerca de 20, menos da metade dita as regras do jogo. Juntos, os 8 maiores produtores dão conta de 70% da produção mundial (O'Brien, 1983). Nem por isso a indústria automobilística ficou imune ao choque do petróleo a partir de 1973. A concorrência acirrou-se fortemente. A tendência à produção de veículos menores e de consumo mais eficiente de combustível acentuou-se. A busca de custos mais baixos também, assim como aumentou o estímulo, no sentido de diversificação com a produção de novos modelos. O desenvolvimento e difusão da microeletrônica e sua aplicação na automação de manufatura, bem como as correspondentes alterações da organização da produção, foram os ingredientes decisivos para "desamadurecer a indústria" (Jones e Womack, 1985).

O principal agente deste processo de transformação foi (é) a indústria automobilística japonesa, tanto é que seus concorrentes tentam emular seus métodos de automação da produção e de organização do trabalho. Os resultados mais visíveis deste fato são o reconhecimento universal da alta confiabilidade dos carros japoneses e seus baixos preços (o custo de produção de um carro pequeno no Japão é inferior em cerca de US\$ 1.500,00 ao americano).

TABELA III.5.3

ÍNDICES DE CONCENTRAÇÃO DA PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA* NOS PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES, EM 1980 (PERCENTAGENS)

| PAÍS | MAIORES EMPRESAS | 2 maiores | 3 maiores | 4 maiores |
|--------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| EUA | | 83,1 | 92,6 | 94,7 |
| Japão | | 62,7 | 72,8 | 82,8 |
| F.R.Alemanha | | 62,5 | 78,7 | 89,5 |
| França | | 99,5 | 100,0 | 100,0 |
| Inglaterra | | 76,7 | 88,2 | 99,0 |
| Itália | | 97,5 | 99,9 | 100,0 |
| Suécia | | 100,0 | 100,0 | 93,8 |
| Espanha | | 54,3 | 76,8 | 93,6 |
| Brasil | | 65,2 | 79,4 | 73,4 |
| México | | 47,7 | 65,4 | 95,4 |
| Argentina | | 63,5 | 84,2 | 79,6 |
| Índia | | 51,5 | 68,2 | |

* Inclui veículos comerciais.

FONTE: O'Brien et al (1983).

As possibilidades de atuação da indústria nesta nova fase de seu desenvolvimento, abertas pelas técnicas ME, permitem aliar produtividade com flexibilidade e versatilidade. Assim é que o caminho que está sendo trilhado envolve além da sempre presente tentativa da redução de custos, a capacidade crescente de lançar diferentes modelos em espaço de tempo cada vez mais curtos, tanto de modelos inteiramente novos como de modelos básicos com diversas alternativas de configurações operacionais. Os EAME efetivamente têm sido a mola mestra neste processo, desde o projeto em si, até a fabricação do ferramental passando pelas linhas de produção e montagem, e atingindo ups tream a gerência e o planejamento da produção, e downstream os fabricantes de auto peças.

Assim é que, CAD têm sido cada vez mais usados pelos principais fabricantes de veículos (no Japão há tempos) para auxiliar a concepção dos novos desenhos, detalhamentos, os re desenhos alternativos, a simulação de desempenho, de testes etc. e também para preparar automaticamente programas de produção (CAM). Os CAD também começam a ser usados por fabricantes de autopeças, na medida em que as montadoras lhes confiam os projetos dos componentes que fornecem, e pelo fato que, assim equipando-se, abrem-se perspectivas para fornecimento a mais de um cliente (situados até em países estrangeiros), inclusive de mercados que não os de sua prévia atuação.

As MFCN são por suas características, principalmente utilizadas na ferramentaria das montadoras e em séries de produção mais curtas. Por isso, sua aplicação não é tão intensa a quanto os robôs e CLPs. Ainda assim, uma boa parte das MFCN desenvolvidas no Japão, o foi para atender a indústria automobilística, inclusive para as empresas que produzem autopeças. Nestas, a aplicação de MFCN é crescente pela variação, muitas vezes modular, das partes produzidas, o que permite também diversificar o mercado de sua atuação. O objetivo da utilização das MFCN, como já foi visto, é conseguir maior flexibilidade, regularidade e qualidade e precisão na produção de peças e dispositivos complexos, de baixa tolerância nas especificações, que sejam produzidos em lotes ou pequenas séries, e cuja produção seja repetida com alguma frequência. Dispensam, assim, basicamente a necessidade de utilização de mão-de-obra altamente qualificada (na operação de máquinas-ferramenta universais convencionais) que é cara, por vezes escassa e via de regra, bastante militante.

Já os robôs e os CLPs têm sido largamente usados na fabricação de automóveis. Em geral, a indústria automobilística é a maior usuária de robôs (ver tabelas III.5.4, 5 e 6). Na esta-

TABELA III.5.4
DISTRIBUIÇÃO DA DIFUSÃO DE ROBÔS (POR UNIDADES)
EM DIVERSOS PAÍSES

| a) INGLATERRA (1980) | | b) CANADÁ (1981) | |
|---|------|-----------------------|-----|
| Indústria | (%) | Indústria | (%) |
| Energia e água | 1,6 | Automobilística | 63 |
| Manufatura de Metais e extração mineral | 0,3 | "Plumbing Fixtures" | 9 |
| Bens Metálicos | 17,2 | Eng. Elétrica | 6 |
| Engenharia Mecânica | 10,0 | Metal Mecânica | 5 |
| Escritório e Processamento de Dados | 0,5 | Utensílios e Peças | 11 |
| Eletro Eletrônico | 5,4 | Outros | |
| Automobilística e Autopeças | 34,0 | | |
| Demais Transportes | 5,4 | c) SUÉCIA (1979) | |
| Instrumentação | 1,1 | Indústria | (%) |
| Textil | 0,8 | Metal mecânica | 15 |
| Mobiliário madeira | 0,5 | Engenharia Mecânica | 22 |
| Plásticos e borracha | 14,0 | Transportes | 9 |
| Outros | 9,2 | Engenharia Elétrica | 6 |
| d) ALEMANHA (1979) | | e) ITÁLIA (1979) | |
| Indústria | (%) | Indústria | (%) |
| Transporte | 46,0 | Automóveis | 28 |
| Engenharia Elétrica | 14,0 | Utensílios Domésticos | 8 |
| Engenharia Mecânica | 12,0 | Metal-mecânica | 6 |
| Metal-mecânica | 6,0 | Elétrica | 1 |
| Plásticos e materiais | 6,0 | Borracha | 49 |
| Outros | 16,0 | Exportação | |

Fontes: Canadá - National Research Council Canadá
Alemanha - KUKA
Itália - Le Progress Scientificque - Março-Abril-1981.
Suécia - Comissão de Eletrônica da Suécia
Inglaterra - British Robot Association in Industrial Robots, OFTD 1983.

TABELA III.5.5
DISTRIBUIÇÃO DA DIFUSÃO DE ROBÔS (SEGUNDO VOLUME
DE VENDAS) NO JAPÃO EM 1980

| Indústria | (%) |
|-----------------------|-----|
| Automóveis | 30 |
| Maquinária Elétrica | 36 |
| Moldagem de Plásticos | 10 |
| Produtos Metálicos | 5 |
| Ferro e Aço | 1 |
| Outros | 18 |

Fonte: JIRA

TABELA III.5.6
DISTRIBUIÇÃO PREVISTA DE ROBÔS POR INDÚSTRIA
EM 1990

| EUA (por vendas) | | FRANÇA (por unidades) | |
|-------------------|-----|------------------------------------|-----|
| Indústria | (%) | Indústria | (%) |
| Manufatura leve | 39 | Automobilística | 30 |
| Automobilística | 23 | Metal mecânica | 20 |
| Eletro-eletrônica | 14 | Eletrônica | 18 |
| Fundição | 11 | Engenharia Mecânica | 15 |
| Manufatura Pesada | 9 | Materiais cerâmicos/ transform. | 4 |
| | | Material plástico | 4 |

Fonstes: EUA Bache Halsey, Stuart Shields
França Diebold Consultants
in Industrial Robots OECD, 1983.

tística japonesa não aparece em primeiro lugar, mas é uma posição que parece distorcida pelo tipo de definição local de robôs. Sem contar os manipuladores simples, é a segunda maior usuária, atrás apenas da produção de maquinaria elétrica e eletrônica. Na indústria automobilística, a utilização de robôs têm sido principalmente nas atividades de solda, tratamento térmico e pintura, etc. O fato de que a tecnologia de sensores ainda não está suficientemente aperfeiçoada faz com que a utilização em montagem seja baixa, tendência esta que deve ser revertida em futuro próximo, trazendo impacto profundo neste tipo de atividade.

Não há estatística para a utilização de CLP, que no entanto, é ampla e variada, sendo usado para substituir relés nos armários de controle, painéis de comando, dispositivos de sensores, etc. A tendência é que sua utilização seja cada vez mais intensa na integração de várias máquinas formando células, linhas transfer e sistemas flexíveis em geral.

A nova onda de automação nas plantas automobilísticas é acompanhada concomitantemente com uma reorganização da relação entre montadoras e fornecedoras de auto peças. É o caso do sistema just-in-time ou Kanban. Introduzido pela Ford na década de vinte, mas logo abandonado, foi mais tarde adotado pelas empresas japonesas (a Toyota, por exemplo, começou na década de 80). Hoje é considerada uma técnica altamente competitiva na indústria e é usada principalmente, por empresas japonesas. Inúmeras empresas em outros países tentam copiá-la, adaptando-a às condições técnicas e culturais locais. Pode-se

adotá-la em uma linha de produção, de uma forma estritamente interna a uma fábrica ou envolver um conjunto de vários fornecedores em torno de uma empresa montadora (Kanban externo).

A idéia básica é manter os fornecimentos de materiais e peças - componentes, bem como os estoques ao longo do fluxo de produção, tão pequenos quanto o estritamente necessário. De certo modo, seria fazer o disparador da produção fluir ao contrário. Se há demandas no mercado, então transmite-se à montante todas as ordens de produção. A rigor a ME não é necessária para que funcionem os sistemas Kanban. A introdução dos EAME, todavia, pela flexibilidade que adiciona aos sistemas de produção automatizados e pela redução dos tamanhos mínimos das séries produzidas, potencializa enormemente esta forma de organização da indústria, que passa também a ter maior versatilidade no atendimento a um mercado mais diferenciado.

Uma nova tendência a surgir no princípio dos anos 80 foi a dos chamados carros mundiais. O comércio internacional intra firmas montadoras não é exatamente uma novidade. Inúmeros são os exemplos e não cabe citá-los aqui. Todavia, algumas montadoras, principalmente a GM e a Ford, ingressaram na década de 80 decididas a maximizar ainda mais a eficiência de sua produção internacionalizada, aproveitando os recursos tecnológicos atualmente disponíveis, para introduzir o conceito de carro mundial. Assim é que, desta forma, os enormes gastos na concepção e projeto dos veículos passam a ser diluídos entre as várias subsidiárias pelo mundo inteiro que ainda aproveitam vantagens específicas de cada localização para incentivar o comércio intra-firma.

A partir de um modelo básico comum, as diversas subsidiárias procedem alterações específicas a cada mercado local. Assim sendo, escalas de produção mais elevadas permitem a instalação de linhas de produção totalmente novas, inclusive nos países em desenvolvimento. Obtendo assim um padrão de qualidade comum para atividades essenciais da fabricação, certas partes e componentes do veículo podem ser montados alternativamente em diversos países, sem que isso cause desconfiãça ou retração do consumidor. Com isto, mesmo em países em desenvolvimento, onde a consideração custo de mão-de-obra não é tão relevante, os EAME são introduzidos naquelas atividades para garantir uma homogeneização dos padrões de qualidade internacionalmente. É bom lembrar que os produtos em diversos países não são necessariamente idênticos, pelas especificações diferentes que o mercado local exige. A qualidade, porém, das partes com as mesmas especificações tendem a ser semelhantes onde quer que elas tenham sido produzidas. Vantagens adicionais, com a superação de barreiras tarifárias locais também são auferidas desta forma, através do equacionamento da exportação de certos componentes com a importação de outros.

A aceitação irrestrita pelo mercado de modelos padronizados é discutível apesar do sucesso alcançado por determinados carros mundiais. Há quem testemunhe uma tendência à diversidade, ao invés de convergência, na preferência dos consumidores (Jones e Womack, 1985). Além do mais, a vingar a noção de just-in-time production a tendência à recentralização espacial (pelo menos parcial) da produção automobilística torna-se quase que uma exigência (Ibid). Deste modo o conceito de car-

ro mundial como um produto internacionalizado (i.e., peças vindas de diferentes fábricas ao redor do mundo) é questionável como um modelo irreversível, ou mesmo predominante para o futuro. Ainda assim o conceito de carro mundial como padronização de projeto básico para ser usado com relativa flexibilidade nas fábricas situadas em diferentes países é, provavelmente, essencial para se atingir economias de escala em atividades de elevado valor adicionado, e pode ser facilmente confirmado pelos inúmeros exemplos existentes.

III.5.3 - Considerações Finais

Na última década, a indústria automobilística, forçada pela crise do petróleo e pela crise econômica mundial, entrou numa quarta fase de seu desenvolvimento. Esta é uma fase por um lado de intensificação da concorrência e, por outro lado, de maior integração da indústria internacionalmente (inter e intra firmas), incluindo países como Brasil, Espanha e México (Tauile, 1984b). De certo modo, pode-se considerar que a indústria esteja "desamadurecendo", seja pela profunda modificação de sua base técnica a partir da difusão dos EAME, seja pelas novas (ou renovadas) formas de organização industrial a dotadas (Kanban, maiores níveis de colaboração internacional, etc.), seja pela mudança de escopo do mercado no sentido de maior diversificação, ou seja ainda pela introdução de novos materiais e conceitos de engenharia de produto.

A adoção da nova base técnica ME e saber explorar todas

as potencialidades abertas por ela, são fatores decisivos para definir os novos padrões de concorrência da indústria automobilística. A interação com a indústria fabricante dos EAME parece ser um outro importante fator nesta fase de transformação.

Para os países em desenvolvimento há várias interrogações. A primeira questão (que é comum a outras indústrias) coloca-se em relação à perda de vantagens comparativas por possuírem mão-de-obra barata pois visto que as novas técnicas de automação flexível dispensaram, em boa parte, sua necessidade. Poder-se-ia pensar que como estratégia reativa estes países poderiam hospedar as novas plantas automatizadas até porque não são difíceis de operar. Colocam-se, entretanto, aqui dois outros pontos. O funcionamento eficiente de uma planta moderna exige um "milieu" industrial (inclusive com capacidade de manutenção adequada dos EAME) que nem sempre se encontra nos países em desenvolvimento). Por outro lado, não é pacífico, conforme mencionado anteriormente, que a estratégia de partilhar a produção de um mesmo modelo internacionalmente venha a prevalecer seja por requisitos técnicos (especificações, tolerâncias, etc.) seja por avaliações econômicas (custo de transporte, escalas, etc.). Para participar no mercado internacional é necessário que ambos requisitos sejam atendidos e provavelmente aliados aos esforços para suprir os próprios mercados internos destes países, que naturalmente deverão ter uma dimensão mínima para justificar a escolha e a natureza dos respectivos investimentos.

Em suma a indústria automobilística internacional está em fase de renovação em praticamente todos os seus aspectos : do projeto à produção, passando pela comercialização dos veículos. O acirramento da concorrência e o advento de uma da base técnica ME sobre perspectivas para um novo jogo. cujo conjunto de regras de espaços de atuação e de poder efetivo sobre o mercado estão sendo redefinidos amplamente neste momento.

III.6 - Indústria Eletrônica

III.6.1 - Características Gerais

A eletrônica designa o conjunto de técnicas que utilizam variações de dimensões elétricas (campos eletro-magnéticos ou cargas elétricas) para captar processos e transmitir a informação. A tecnologia microeletrônica, baseada na física do estado sólido, estabeleceu, no passado recente, uma interdependência na evolução de várias indústrias, originalmente voltadas para mercados distintos (telecomunicações, processamento de dados, entretenimento, instrumentos). Esta unidade técnica, que se traduz pelo uso generalizado dos produtos da indústria de componentes eletrônicos, notadamente os componentes semicondutores, vem gerando uma convergência entre as várias indústrias eletrônicas, caracterizando um "complexo industrial" (Erber, 1983 e 1985).

Em 1984, o mercado mundial de produtos eletrônicos era de US\$ 290 bilhões, superado apenas pela indústria de petróleo. Dadas suas altas taxas de crescimento, prevê-se que o mercado de bens eletrônicos será o maior do mundo ao fim do século. Dentro do mercado mundial de produtos e serviços eletrônicos, estima-se que o processamento de dados responde por 42,5% do total, os bens de consumo por 16,8% e telecomunicações por 9,6%, cabendo o resto a diversas indústrias menores (p.ex. instrumentação) (Tigre et al. 1985). Nesta seção analisase a automação nas indústrias de componentes eletrônicos, semicondutores, processamento de dados e de bens de consumo, cabendo à indústria de telecomunicações um tratamento separado, na seção 7. Dadas as semelhanças técnicas existentes em

tre as indústrias aqui tratadas, optou-se por uma exposição que segue o "ciclo de vida" de um produto, ao longo das principais atividades das firmas: pesquisa e desenvolvimento (incluindo o projeto de produto e processo), produção e controle de qualidade; estabelecendo, obviamente, as necessárias distinções entre as três indústrias.

III.6.2- Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

A intensidade do ritmo de transformações técnicas que caracteriza a indústria eletrônica faz com que a realização de atividades de pesquisa e desenvolvimento seja um dos principais instrumentos de competição nesta indústria, sem a qual uma firma não pode sobreviver no mercado dos países avançados. O nível mínimo de gastos em P&D é crescente, constituindo uma poderosa barreira à entrada para firmas que desejam atuar na fronteira tecnológica da indústria. Uma parte substancial do aumento do patamar de gastos em P&D deve-se à intensificação do uso de equipamentos nestas atividades, notadamente de equipamentos de base microeletrônica, com o uso de computadores em projeto (CAD- computer aided design).

Em componentes semicondutores (CSC), a tendência de aumentar a densidade dos circuitos integrados, deve continuar, passando da integração em escala muito grande (VLSI-very large scale integration) para a escala ultra-grande (ULSI- ultra large scale integration), com um milhão de bits num só circuito, quatro vezes mais que os CIs atuais. Circuitos de um mega

bit já foram produzidos e há estudos para desenvolver CIs de cem megabits em cinco anos (Microelectronics Monitor nº 9, a, b, c). Embora o principal material usado para CIs continue a ser o silício, outras trajetórias tecnológicas vêm sendo exploradas, como o uso do arsenido de gálio, recentemente empregado para produzir os primeiros componentes "balísticos", de alta mobilidade de electrons, que processam sinais à altíssima velocidade (Business Week, 25/11/85). Ao mesmo tempo, outras rotas tecnológicas, como o desenvolvimento de CIs tri-dimensionais e, mais para o futuro, a produção por via biológica (biochips), vêm sendo estudadas.

O papel desempenhado pelos componentes semicondutores no preço e desempenho dos produtos finais levou a uma substancial ampliação da importância de componentes dedicados e semi-dedicados, estima-se em 1990 cerca de 20% do total de semicondutores vendidos serão dedicados e semidedicados (Microelectronics Monitor nº 10 a) (1), bem como a aumento da produção "cativa" de componentes pelos produtores de bens finais.

No início da indústria de semicondutores, o desenvolvimento do projeto dos produtos era uma atividade largamente pessoal, dependente das habilidades de engenheiros eletrônicos. No entanto, mesmo nos Estados Unidos, o número desses profissionais é restrito, estimando-se que não supere 3.000 atualmente (Microelectronics Monitor nº 10). Ao mesmo tempo, o aumento da integração nos CIs, tornou inviável projetá-los sem

(1) Outra estimativa eleva esta participação a 50% (Microelectronics Monitor nº 9 d).

o auxílio de computadores. Para tanto, foram desenvolvidos vários instrumentos, como os "compiladores de silício", programas que montam automaticamente um circuito a partir de um conjunto pré-programado de circuitos básicos e "sistemas especialistas", baseados em métodos de inteligência artificial que buscam recriar o processo de desenvolver projetos. Ao mesmo tempo, foram desenvolvidos computadores especiais para as atividades de projetamento (Ibid. e Business Week 10/06/1985). Preve-se que a tendência da indústria é passar de projetos auxiliados por computador a projetos automatizados por computador (Microelectronics Monitor nº 10b).

O progresso alcançado nas técnicas de projeto de semi-condutores explica em boa parte o recente crescimento dos componentes dedicados e semidedicados. Não obstante estes progressos, a área de projeto representa o principal estrangulamento à completa automação da indústria de semicondutores e os custos de projetar circuitos vem aumentando substancialmente. No início de 1984, a norma da indústria era o custo de projeto por "portão" de US\$ 100, com um chip comum de 10.000 portões custando US\$ 1 milhão e um chip "de fronteira" custando US\$ 5 milhões (Ernst, 1985 e Business Week 10/6/1985). A título de exemplo, note-se que, mesmo com o auxílio destas técnicas modernas, a família de microprocessadores de 32 bits recentemente lançada por uma empresa líder do setor (National Semiconductor), ocupou uma equipe de 50 engenheiros quase quatro anos para ser projetada (Business Week, 10/6/1985a). Estimase, ainda, que para projetar um CI de intensidade de um megabit requerem-se mais de 150 homens-ano (Ernst, 1985), levando

do o custo de projetar um chip "de fronteira" a US\$ 50 milhões (Business Week, 10/6/1985a). Atualmente o custo de um conjunto completo de instrumentos de projeto, mais os equipamentos de teste para verificar pequenos lotes de chips já produzidos, pode equivaler ao custo de instalar uma linha de produção moderna de CIs (Business Week, 23/5/1983a).

A indústria de processamento de dados passou recentemente por uma transformação drástica, com o advento dos microcomputadores. Conforme argumentam Tigre et al. (1985), o projeto dos antigos "mainframes" era muito complexo, pois exigia a definição de cada etapa lógica do computador a partir de elementos discretos e circuitos de baixa integração. Tal processo requeria elevados recursos técnicos em projeto e simulação, que ficavam muito além das possibilidades das pequenas empresas. Em consequência havia uma barreira tecnológica à entrada de novas empresas que, associada a barreira financeira e ao absoluto domínio de mercado exercido pela IBM, fizeram com que a estrutura da indústria de "mainframes" ficasse praticamente inalterada nos últimos 20 anos. A entrada de novos fabricantes de equipamentos foi facilitada pelo desenvolvimento dos circuitos de alta integração (chips VLSI) ou microprocessadores. Um microprocessador traz embutido a arquitetura básica requerida pelo microcomputador, definindo funções como entrada e saída de dados, operações lógicas e aritméticas e memória principal. Como tais dispositivos são fabricados e vendidos no mercado por empresas independentes (Motorola, Intel, Zilog), a tarefa de projetar microcomputadores torna-se muito mais fácil, embora aqui também note-se uma tendência a aumentar o uso de componentes dedicados.

No entanto, a arquitetura básica dos computadores continua a original (de von Neumann), em que as operações das máquinas são sequenciais. O desenvolvimento de arquiteturas alternativas constitui um dos centros de preocupação da empresa líder da indústria, a IBM, bem como um dos focos da tentativa japonesa de assumir a liderança com o computador de 5ª geração. Ao mesmo tempo, a indústria de processamento de dados vem investindo pesadamente em P&D orientado para a sua convergência com os outros setores eletrônicos, notadamente telecomunicações, no desenvolvimento de componentes, especialmente semicondutores e em software, possivelmente o maior obstáculo presente à sua expansão. Em todas estas áreas de P&D notam-se tendências análogas às observadas acima para a indústria de semicondutores, especialmente quanto ao uso intensivo de computadores especialmente desenvolvidos (hardware e software) para estas atividades, com uma parte substancial deste desenvolvimento sendo feitos intra-muros. Obstáculos semelhantes aos observados na indústria de semicondutores limitam a automação destas atividades.

A convergência tecnológica das indústrias eletrônicas, acima referida é claramente evidenciada pela evolução dos bens de consumo. Durante a década de sessenta, a arquitetura destes produtos era composta principalmente por componentes discretos. Na década seguinte, passou-se a utilizar de forma ampla os circuitos integrados, de caráter analógico e, atualmente, iniciou-se o uso de circuitos digitais, principalmente para o processamento de sinais (Baptista 1985, Riggs 1985). Note-se que, como exemplo de convergência, os circuitos digitais utilizados em TV pela ITT constituem um subproduto de um programa na área de telecomunicações da empresa.

Nestas indústrias existe uma tendência a transferir-se o projeto do equipamento para o projeto do componente, especialmente com o uso de componentes dedicados. Ao mesmo tempo, com a difusão da tecnologia digital, reduzem-se as diferenças entre os vários tipos de bens de consumo, introduzindo-se equipamentos multi-função, e acentua-se a tendência para uma abordagem modular no projeto dos equipamentos. Como resultado final, verifica-se um estreitamento nas relações entre projeto de produto e fabricação, incluindo neste o projeto dos equipamentos destinados à produção (Baptista 1985). A semelhança de outros bens finais e da indústria de componentes, a automação das atividades de P&D na indústria de consumo tem avançado, principalmente pela utilização de CAD, embora sem atingir os níveis alcançados na produção e controle de qualidade.

III.6.3 - Produção

Até recentemente a produção de bens eletrônicos era bastante intensiva em trabalho, constituída principalmente por atividades de montagem e controle de qualidade, executadas manualmente ou de forma apenas semi-automatizada. Esta característica explica em boa medida o deslocamento da produção destes bens (notadamente componentes semicondutores e bens de consumo) para países em desenvolvimento de mão-de-obra barata, entre os quais se destacam os do Sudeste Asiático e o México; este último beneficiado ainda pelos baixos custos de transporte.

No entanto, ao longo da última década, a intensidade de capital na produção de bens eletrônicos elevou-se de forma substancial.

Na indústria de componentes semicondutores este processo vem assumindo proporções dramáticas. No início da década de setenta, uma firma podia construir e equipar uma fábrica de chips com cerca de US\$ 15 a 20 milhões. Dez anos depois, a faixa havia subido para US\$ 50 a 75 milhões e, atualmente, estima-se que uma fábrica para produzir os superchips em alto volume, custará, no fim da década, US\$ 200 milhões (Business Week, 23/5/83a e 10/6/85a). No presente, o equipamento de processamento responde por cerca de 40% do investimento necessário para instalar uma linha de produção de circuitos integrados e, segundo fontes da indústria, o custo de equipamento subia a uma taxa de 25% anual, no início da década atual (Microelectronics Monitor nº 10c e Business Week 23/5/83a). Segundo outra empresa, no início dos setenta, cada dólar investido em equipamento produzia cerca de cinco dólares de vendas anuais. Dez anos depois, a relação havia baixado para dois e seguia cadente (Business Week, 23/5/83a).

O aumento de custo de capital na indústria de semicondutores está intimamente relacionado à crescente integração dos circuitos, que requer equipamentos mais sofisticados, atuando com margens de tolerância muito reduzidas; cujo custo é crescente, conforme ilustra o Quadro 1, a seguir, para equipamentos litográficos.

QUADRO 1

CUSTO DE LITOGRAFIA NO PROCESSAMENTO DE CIRCUITOS INTEGRADOS

| Sistema de Litografia | Largura da linha (micrometros) | Produção (US\$ mil) | Custo do sistema (US\$ mil) | Capital necessário para produzir 1000 wafers por semana (US\$ mil) |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------------|--|
| Luz | | | | |
| Impressão por contato | 10,0 | 60 | 15 | 30 |
| Projeção | 2,5 | 60 | 240 | 400 |
| Direto sobre o wafer | 1,2 | 30 | 480 | 1.600 |
| Raio de Electron | 0,5-1,0 | 6 | 1.500 | 25.000 |

Fonte: Ernst (1985).

QUADRO 2

CUSTO DE PRODUÇÃO DE UM DISPOSITIVO SEMICONDUTOR SEGUNDO O PROCESSO DE PRODUÇÃO NOS EUA E HONG KONG - (EM US\$)

| PROCESSO | EUA | HONG KONG |
|----------------|--------|-----------|
| Manual | 0,0753 | 0,0248 |
| Semiautomático | 0,0293 | 0,0183 |
| Automático | 0,0178 | 0,0163 |

FONTE: Rada (1985).

Esta mesma integração tem levado a uma automação crescente das atividades de montagem e de teste. Atualmente já são utilizados robôs e veículos que correm sobre fitas magnéticas, para movimentar os wafers, bem como computadores, equipamentos com software especial, para testes. Uma das empresas japonesas estima que a automação permitirá que sua nova fábrica produza 4 milhões de chips mensalmente com apenas 140 operários, comparados com mais de 1.000, que seriam necessários numa instalação convencional (Business Week, 10/6/85b). Prevê-se que, no futuro, a automação dos processos de produção e teste será ampliada, com base nos programas de pesquisa e desenvolvimento dos grandes fabricantes, atuando em estreita colaboração com os fornecedores de equipamento. Cabe notar, uma vez mais, que o projeto destes equipamentos é frequentemente realizado intra-muros pelas grandes empresas, verticalmente integradas.

Apesar do aumento de custos de capital, os processos automatizados permitem uma notável redução dos custos de produção dos dispositivos semicondutores, tanto pela expansão da escala de produção como pelo maior aproveitamento (yield) dos chips produzidos. Isto pode ser visto no Quadro 2, a seguir: o custo na produção automatizada é 23% do custo da produção manual. O mesmo quadro mostra ainda que, com os processos automatizados, as vantagens relativas dos países em desenvolvimento, como Hong Kong, reduzem-se drasticamente, enquanto com processos manuais o custo de produção nos Estados Unidos era mais que o triplo que em Hong Kong, com processos automatizados, essa diferença reduz-se a menos de 10%.

As empresas produtoras de equipamentos de processamento de dados vêm também investindo maciçamente na automação dos seus processos produtivos. Estima-se que a IBM investiu desde 1979 mais de US\$ 13 bilhões em suas fábricas para melhorar a qualidade e reduzir os pontos de break even, tendo triplicado o número de linhas automatizadas que tinha em 1980 (Business Week, 11/3/85).

Uma parte substancial deste esforço vem sendo dirigido para a automação da produção dos componentes eletro-mecânicos dos sistemas de processamento de dados, com impressoras. Em um dos exemplos divulgados, a IBM teria investido US\$ 350 milhões na automação de uma fábrica de impressoras, reduzindo a participação da mão-de-obra nos custos, de um terço do total a menos de 105 (ibid). No entanto, outra parte importante da automação está orientada para os produtos eletrônicos propriamente ditos, combinando o uso de equipamentos como máquinas de inserção automática de componentes com a adoção de circuitos cada vez mais integrados.

Para o usuário de componentes eletrônicos, a crescente integração destes representa um fenômeno análogo ao da automação, permitindo-lhe economizar tanto capital variável (p. ex. reduzindo o número de operações de montagem) como capital constante (p. ex. diminuindo a quantidade de material e componentes - aço, placas, fios, etc.). Dentro da indústria eletrônica este aumento simultâneo da produtividade do trabalho e do capital é especialmente forte no setor de computadores, onde estima-se que as taxas de crescimento médio anuais das duas

produtividades no Reino Unido, no período 1960/82, foram, respectivamente, 17,2% e 15,4% (Soete, 1985). Em comparação, no mesmo país e no mesmo período, as taxas para o total da indústria eletrônica foram de 6,1 e 2,3% anuais e para a indústria manufatureira como um todo 2,6% e (-) 2,5% (ibid). A automação de produtos finais eletrônicos vem ainda sendo facilitada pelo fato dos componentes serem projetados segundo critérios que facilitem a sua montagem automática. A IBM, o maior produtor mundial de CIs, de uso totalmente cativo, há anos vem produzindo componentes especiais, de montagem especialmente rápida. Recentemente, a Philips lançou um novo tipo de circuitos, de montagem em superfície, que dispensam o uso de terminais inseridos na placa de circuito impresso. Com isso, obtem-se uma redução no espaço ocupado pelo componente na placa impressa, reduzindo tamanho e custo, ao mesmo tempo que os gastos de montagem podem, segundo a firma, ser reduzidos em até 50%. Finalmente, estes circuitos elevam o nível de confiabilidade, reduzindo os custos de testes e de perdas (Constanta-IBRAPE, 1985).

Na área de bens de consumo durável, especialmente TV e áudio, os processos, acima descritos, de crescente automação vem sendo desenvolvidos e aplicados com ênfase particular pelas firmas japonesas, cuja estratégia competitiva está baseada em produtos baratos e de alta confiabilidade. No entanto, estes procedimentos vêm se difundindo internacionalmente de forma rápida, mesmo para alguns países em desenvolvimento. Segundo declaração do chairman da Electronic Industry of Korea, em 1980, devido à automação da montagem, o progresso técnico es-

tava eliminando as partes intensivas em trabalho na indústria eletrônica, de modo que os custos de fabricação de TVs na Coreia e nos Estados Unidos haviam se tornado praticamente comparáveis (Rada, 1985). No futuro, com a crescente digitalização dos componentes eletrônicos e a substituição do tubo de raios catódio por componentes mais compactos, o nível de automação provavelmente aumentará.

Assim, o aumento da intensidade de capital na produção eletrônica parece resultar de dois movimentos. Em primeiro lugar, os equipamentos utilizados na produção ficaram sujeitos a requisitos técnicos mais restritivos, elevando seu custo. Em segundo lugar, diversas atividades que antes eram executadas manualmente passaram a sê-las por meio de máquinas.

O movimento acima descrito encontra suas raízes na ênfase crescente assumida no padrão de competição pelas características de desempenho, confiabilidade e durabilidade dos produtos eletrônicos, em detrimento do fator preço (ainda que este seja relativamente cadente). Responde, pois, a alteração do "mix" de características que define o sucesso dos produtos eletrônicos no mercado, que, por sua vez, reflete os resultados dos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento do setor.

Adicionalmente, este aumento na automação da manufatura eletrônica, é facilitado por características técnicas e organizacionais do setor. Em primeiro lugar, conforme foi exposto acima, há uma tendência nítida de integrar o projeto do produto do processo, inscrevendo as principais características do

produto em seus componentes e especificando, ao mesmo tempo, os equipamentos e procedimentos a serem utilizados. Esta tendência tecnológica é alimentada pela integração vertical das firmas líderes do setor, gerando efeitos de sinergia que tendem a ampliar a automação.

Finalmente, o processo de concentração por que vem passando a indústria eletrônica, tanto pelo desaparecimento puro e simples de vários fabricantes como por processos de fusão, deverá facilitar o processo de automação, seja em componentes, via redução de variedades demandadas, seja em produtos finais pela padronização e aumentos de escala.

A padronização é, como se sabe, um elemento crucial no processo de automatização: como dizia Henry Ford "mass production means no fitters". Neste sentido, o processo de concentração da indústria eletrônica vem produzindo padrões de facto, como o "padrão IBM" para microcomputadores, em base ao domínio de mercado. Em outros casos, a este domínio econômico têm se somado restrições legais, derivadas da legislação de propriedade industrial (as patentes do sistema PAL de transmissão de TV na Europa, p.ex.) ou de normas de compras de agências estatais (p.ex. a Nippon Telegraph and Telephone).

Esta tendência à padronização choca-se, em princípio, com um padrão de competição baseado na diversificação de produtos. As empresas líderes do setor, mercê da sua escala de demanda por componentes, podem, no entanto, compatibilizar a diversificações dos seus produtos com a padronização dos com-

ponentes demandados, especialmente se adotam conceitos de modularidade no projeto de bens finais. No entanto, mesmo sem modularidade, a partir de uma escala bastante ampla de produção, como a que parece ter sido atingida em bens de consumo e alguns modelos de microcomputadores, a compatibilização acima referida é viável.

A análise acima sugere que o padrão de competição na indústria eletrônica enrijeceu-se no passado recente, aumentando o patamar mínimo de recursos humanos, materiais e financeiros com que uma empresa precisa contar para competir nos países avançados. A automação das atividades de pesquisa e desenvolvimento e de produção faz com que aumente a importância das economias de escala estáticas e os recursos financeiros para cobrir os gastos com a automação - elementos que favorecem as grandes empresas, já beneficiadas pelas economias de escôpo e os efeitos de sinergia derivados da convergência tecnológica entre os vários ramos da eletrônica. Embora este padrão de competição seja compatível com a entrada e sobrevivência de novas firmas de pequeno porte, baseadas na competência técnica, o papel destas será provavelmente restrito a atuar como supridores das firmas líderes ou ocupar nichos específicos de mercado, com base na diversificação de produtos. (Tigre et al. 1985).

A análise acima orientou-se para a situação nos países desenvolvidos, que lideram a indústria eletrônica, e não pode ser extrapolada mecanicamente para o caso dos países em desenvolvimento. Embora fuja aos propósitos deste relatório um exa-

me mais aprofundado da situação destes países, duas observações finais parecem pertinentes. A primeira é que a automação está erodindo as vantagens comparativas dos países em desenvolvimento baseadas no baixo custo da mão-de-obra. As empresas multinacionais, principais produtores de bens eletrônicos em muitos destes países, parecem estar adotando três alternativas distintas para fazer face à nova situação: deslocar a produção para países onde o custo da mão-de-obra seja ainda mais baixo; realocar a produção em seus países de origem, aprofundando a automação e, finalmente, manter a produção onde estava, automatizando-a e alargando suas etapas (p.ex. pela inclusão de testes mais complexos), não sendo ainda possível de terminar se alguma dessas estratégias será dominante (Ernst, 1985 e Rada, 1985).

A segunda observação diz respeito à fronteira tecnológica e à inserção dos países em desenvolvimento nesta fronteira. Para estes países, competir frontalmente com as firmas multinacionais ao longo da fronteira é e será muito difícil. Tomando, apenas como exemplo, os gastos em tecnologia, cabe notar que não só o patamar mínimo destes vem se elevando, como os gastos efetivados pelas firmas líderes subestimam o nível de investimento necessário a um entrante na indústria oriundo de um país em desenvolvimento, por conterem várias externalidades derivadas de um contexto técnico e econômico desenvolvido, além dos efeitos de sinergia intrafirma já mencionados. Por outro lado, a experiência recente demonstra que as firmas líderes do setor relutam em transferir tecnologia de ponta a eventuais novos competidores.

Não obstante, os países em desenvolvimento podem optar por uma estratégia de "hiato tecnológico", que lhes permita desenvolver a sua indústria eletrônica, sob controle nacional, de forma seletiva, mediante importações de tecnologia e componentes. Para tanto, será necessário uma intervenção do Estado, a exemplo do que ocorreu nos países avançados onde este foi um elemento decisivo na constituição e desenvolvimento do complexo eletrônico (Erber, 1983).

III.7 - Telecomunicações

III.7.a - Objetivos, Definição e Âmbito

O objetivo dessa seção é estudar o processo de automação e suas consequências em termos de competitividade, a partir da difusão da tecnologia microeletrônica na indústria de equipamentos de telecomunicações.

O conceito de indústria de equipamentos de telecomunicações a algumas décadas atrás correspondia a um setor específico da indústria, facilmente identificável: "A indústria de equipamentos de telecomunicações diz respeito a produtos e sistemas requeridos para a viabilização de comunicações através de distâncias de forma instantânea e interativa" (Jequien, 1980).

A interação entre o progresso técnico e padrões de concorrência, em especial na década de 70, tornaram este conceito um tanto vago. A difusão de tecnologia microeletrônica fez com que houvesse uma padronização nas tecnologias do processo e produto entre setores, que até então tinham características bastante diversas. Este fato é especialmente relevante no caso das telecomunicações e informática, e de uma forma geral para o complexo eletrônico como um todo (Erber, 1984).

O que se detecta é uma superposição e complementaridade de funções dos produtos desse complexo, que tornam extremamente difícil a tarefa de identificar mercados distintos, ou mesmo definir os setores de acordo com os critérios até então

utilizados (tipo de tecnologia e mercado).

No entanto, em função de propósitos analíticos, adotaremos algumas restrições que poderão nos ajudar a identificar as áreas centrais da indústria de teleguipamentos, de forma que, mesmo sendo conceitualmente insatisfatórias, nos permitam um estudo detalhado desta indústria evitando a abordagem de setores tecnologicamente afins, o que está fora dos propósitos desta seção.

Estas restrições nos levam a abordar 3 categorias gerais de equipamentos de telecomunicações:

- a) transmissão
- b) comutação
- c) periféricos

Não serão abordados neste estudo os equipamentos utilizados para manipular informações, a não ser quando forem necessários a transmissão de informações. Não serão também estudadas as áreas que tangenciam a eletrônica de consumo como por exemplo, aparelhos de rádio e televisão.

III.7.b- Progresso técnico - Impostos à nível de produto e processo

III.7.b.1 - Produtos

Os produtos da indústria de teleguipamentos podem ser classificados e divididos de acordo com a função que cumprem

dentro de um sistema de telecomunicações. Este consiste de equipamentos periféricos, ou seja, equipamentos desenhados para enviar ou receber informações; equipamentos de transmissão, ou seja, aqueles que "carregam" os sinais transmitidos; e equipamentos de comutação, responsáveis pela conexão entre as diversas redes de telecomunicações.

Vejamos de que forma o progresso técnico afetou estas três famílias de produtos:

a) Comutação: nos últimos 30 anos tiveram lugar cinco gerações de equipamentos de comutação. Todas com características técnicas diversas e diferentes potenciais de expansão do serviço e do emprego.

A primeira delas, de uso manual, representava em 1955 cerca de 25% de capacidade (dado para a Inglaterra). Técnica-mente pouco complexa, utiliza mão-de-obra intensiva. Atualmente, no entanto, só é encontrada em funcionamento em alguns países do 3º mundo.

Os sistemas manuais foram gradualmente sendo substituídos pelos "strowger systems", automáticos, desenvolvidos antes de 1900, mas até hoje permanecem representando uma fatia significativa de capacidade instalada. Constituídos por mecanismos eletromecânicos, tem como característica técnica importante o "congelamento" da parte do sistema utilizada para a realização da ligação, enquanto esta dura.

No final dos anos 60, começa a ser introduzido na re

de telefônica o que veio a ser a 3ª geração de equipamentos de comutação. O sistema chamado "crossbar exchange", ainda eletro-mecânico, tem como vantagem técnica principal em relação ao sistema anterior, o fato do mecanismo que realiza a ligação não ficar "congelado" durante a realização desta. Tem, portanto, o potencial de oferecer serviços de forma mais eficiente que o "strowger systems".

A primeira geração de equipamentos de comutação eletrônica não ofereceu vantagens substanciais em termos de redução do custo inicial por unidade de capacidade de tráfego. Os equipamentos eram em termos gerais mais compactos e, como o número de partes móveis foi reduzido, o potencial de redução dos custos de manutenção era grande. Além disso, apresentavam mais versatilidade e mais qualidade nos serviços.

O grande salto em termos de custo, velocidade, eficiência, e capacidade de tráfego foi dado com o desenvolvimento dos sistemas digitais. A Inglaterra introduziu em 1981, o primeiro sistema digital na sua rede de telecomunicações: o sistema "X". A partir de então tornava-se possível a transmissão e comutação de todas as mensagens na forma digital.

A principal característica técnica dos sistemas digitais, é precisamente a transformação de toda uma rede baseada no sistema analógico para o sistema digital. Todas as tendências em termos de redução de custos, melhoria, e expressão dos serviços são facilitadas por essa transformação. Particularmente, a redução de custos e o potencial de expansão do produto

podem aumentar significativamente a produtividade no setor.

b) Transmissão - após a 2ª guerra, importantes progressos ocorreram no setor de transmissão. As estações repetidoras foram desenvolvidas e os cabos coaxiais aumentaram sua capacidade de transmissão de 600 canais (1939) para 2700 (1950). Foi, no entanto, um pouco mais tarde que se deu um grande salto em termos de tecnologia de transmissão. Os semicondutores levaram o sistema de transmissão a ser redesenhado a fim de transmitir sinais na forma digital. A vantagem da transmissão em forma digital, está na possibilidade de se transmitir informações de modo mais eficiente e a custos mais baixos.

Na Inglaterra, a utilização do primeiro equipamento de transmissão digital se deu em 1968, com a implementação do "Pulse code modulation" (PCM). Este fato permitiu a expansão da capacidade dos cabos sem a necessidade de novas linhas. Ou seja, a digitalização permitiu a expansão dos serviços sem a necessidade de se empregar mais pessoas na construção de linhas. É também esperado, segundo a POEU (1979), que as necessidades de manutenção sejam reduzidas no futuro.

Em meados dos anos 70, um novo salto tecnológico foi dado no setor. Foi a utilização de fibras óticas. Tradicionalmente os sinais eram transmitidos através de condutores metálicos; no caso das fibras óticas a transmissão se dá através de

filamentos de silicone, com dimensões de um fio de cabelo, e que transmitem os sinais através de ondas de luz geradas por lasers e/ou laser emitindo diodos. A capacidade de transmissão de uma onda é medida pela sua frequência, o que implica no caso das fibras óticas num crescimento espantoso desta, já que a frequência de onda de luz é 1.000 vezes maior do que a onda de rádio. Outras vantagens dessa inovação vem do fato da fibra ótica ser feita de um material barato e possuir um baixo custo de produção.

c) Periféricos - tradicionalmente, os equipamentos tem sido o segmento no setor de telecomunicações de menor nível de investimentos. Esta situação, no entanto, vem sofrendo modificações à medida em que cresce a difusão de microeletrônica no setor. Esta vem possibilitando o surgimento de novos produtos, assim como o desenvolvimento dos já existentes.

Os terminais telefônicos, por exemplo, apresentam atualmente uma série de novas funções graças a desenvolvimentos na área de semicondutores. Os video-fones se tornaram tecnicamente possíveis, embora sua viabilidade econômica esteja condicionada ao desenvolvimento de uma infraestrutura de transmissão em termos de fibras óticas e sintéticas, ainda não disponíveis.

As centrais de comutação privada (PABX) tem sido também alvo de uma série de desenvolvimentos, em função de passagem da tecnologia eletromecânica para a eletrônica. Tornou-se possível atualmente a ligação redes telefônicas privadas com

impressoras, terminais de vídeo e processadoras de palavras.

III.7.b.2 - Processo e Automação

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

Na produção de equipamentos eletromecânicos, prevalecia uma estrutura verticalmente integrada, com cada componente exigindo níveis de precisão bastante elevados afim de garantir confiabilidade e durabilidade no sistema. A demanda por mão-de-obra altamente especializada era generalizada por todas as fases do ciclo de produção, ou seja: desde o projeto até o controle de qualidade.

A digitalização dos equipamentos levou à características de produção radicalmente distintas. Este tipo de tecnologia, ao contrário da anterior, levou a um processo de integração horizontal, divisibilidade no projeto e na manufatura, e a forte concentração de engenheiros nos estágios de P&D (Hobday, 1985). Nas outras fases de produção a demanda por mão-de-obra especializada é bastante reduzida, assim como é reduzida a demanda por mão-de-obra em especial naqueles produtos que utilizam circuitos de larga integração (very large scale integration-VLSI) (Ver tabela III.7.1).

TABELA III.7.1
ESTRUTURA DE CUSTOS RELATIVOS NA PRODUÇÃO DE
TELEQUIPAMENTOS (€)

| | Eletromecânico | Eletrônico (SSI) | Eletrônico (LSI) |
|--------------------|----------------|------------------|------------------|
| Custos Fixos | 50 | 35 | 15 |
| Mão-de-obra direta | 20 | 15 | 5 |
| Componentes | 30 | 50 | 80 |

Fonte: Standard Eletrônica S/A citada em Borarsson, 1984.

O processo de montagem dos equipamentos, praticamente se constitui da agregação de componentes (circuitos integrados), em geral standardizados e comprados off the shelf, na indústria de semicondutores. A digitalização das telecomunicações tornou, portanto, a produção de teleequipamentos um processo bastante similar, em termos gerais, ao dos outros produtos do complexo eletrônico. E assim como nas outras indústrias do complexo, a microeletrônica criou novos espaços para o avanço da automatização, sendo que os motivos, a direção e obstáculos que aparecem nesse processo tendem a ser, respeitada a especificidade de cada indústria, semelhantes. Mesmo porque, os equipamentos de automação microeletrônica utilizados são basicamente os mesmos (Computer Aid Design - CAD, máquinas de controle numérico, etc.).

Pensando o ciclo de produção em duas grandes etapas, ou seja, P&D e produção; os avanços do processo de automatização nas indústrias de teleequipamentos acompanharam as tendências em curso na indústria eletrônica (ver item III.6). Com a digitalização, a área de P&D tem sua importância em termos de gastos significativamente elevada, constituindo-se num dos pilares do processo de competição. Os equipamentos com base em microeletrônica, notadamente o uso de computadores em projeto (CAD), contribuíram significativamente para a elevação dos gastos dessa atividade.

Na fase de produção, a transição tecnológica abriu espaços importantes para a automatização. A mudança pura e simples da tecnologia do produto significou, no caso das centrais

de comutação, uma redução na participação dos gastos com mão-de-obra direta na estrutura de custos de 20% para 5% (ver tabela III.7.1).

Paralelamente ao decréscimo dos gastos com mão-de-obra, elevaram-se os gastos com componentes (circuitos integrados), que como já se observou anteriormente, são na maioria das vezes compradas em firmas independentes. Esses dados refletem a simplificação do processo de montagem, que aliado ao fato dos componentes serem projetados segundo critérios que facilitem sua montagem automática, se traduz num campo fértil para a proliferação dos equipamentos de automação industrial.

III.7.c - Impactos do Desenvolvimento Tecnológico sobre a Estrutura Industrial e Padrão de Competição

A evolução tecnológica que vem ocorrendo no setor, tem levado a uma desestabilização na estrutura oligopólica da indústria de equipamentos de telecomunicações. A difusão da microeletrônica implica numa erosão das fronteiras tradicionais do mercado, como por exemplo, num processo de convergência tecnológica com as chamadas indústrias de informação, modificando qualitativamente as barreiras à entrada, e facilitando a entrada de novos competidores.

A indústria de equipamentos de telecomunicações tradicionalmente apresentou altos níveis de concentração. A tabela III.7.2 apresenta as vendas dos dez maiores fabricantes de

equipamentos para 1982 e 1983. Estas são responsáveis, em ambos os anos, por aproximadamente 70% das vendas mundiais totais. A líder de vendas ATT (American Telegrafic Telephone), construiu sua liderança a partir de um monopólio de longa duração sobre o mercado americano e até recentemente era impedida de competir no mercado internacional. Todas as outras firmas são multinacionais.

O Governo cumpre um papel fundamental nos países da OECD, na determinação do padrão de competição do mercado de equipamento de telecomunicações. As compras do governo em 1983, eram responsáveis por 60% a 85% do total das vendas (OECD, 1983), além da exploração dos serviços ser normalmente de caráter estatal. Em função da importância política estratégica e da existência de economias de escala na produção, as compras do governo são normalmente direcionadas para a indústria local, o que leva a altos índices de concentração nos mercados nacionais. Até a difusão da microeletrônica, a política governamental para o setor era um dos fatores determinantes da estrutura oligopólica e estável da indústria.

Até recentemente a lista dos dez maiores fabricantes de equipamentos costumava sofrer poucas alterações (OECD 1981, 1982, 1983). A tabela III.7.2, entretanto, nos dá uma mostra do grau de reorganização industrial que ocorrerá neste mercado em função da microeletrônica. As entradas da IBM e Motorola, respectivamente em 9º e 10º lugares, são sinais significativos desta tendência, que afetará não só a indústria de telecomunicações, mas também, a indústria de informação.

TABELA III.7.2
VENDAS DOS MAIORES FABRICANTES DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES. 1982 e 1983 (PREÇOS CORRENTES)

| <u>EMPRESAS</u> | <u>VENDAS EMPRESAS</u> | | <u>VENDAS</u> |
|--------------------------|------------------------|------------------|----------------------------|
| | | | 1983, \$b |
| | | <u>1982, \$b</u> | |
| 1. AT&T/Western Electric | U.S. | 12.49 | AT&T Technologies 11.16 |
| 2. ITT | U.S. | 4.87 | ITT 4.86 |
| 3. Siemens | W. Germany | 4.49 | Siemens 4.49 |
| 4. L.M.Ericsson | Sweden | 2.72 | L.M.Ericsson 3.16 |
| 5. GTE | U.S. | 2.72 | Alcatel-Thompson (Fr) 2.74 |
| 6. Northern Telecom | Canadá | 2.72 | Northern Telecom 2.66 |
| 7. NEC | Japan | 2.17 | NEC 2.41 |
| 8. GEC | U.K. | 2.17 | GTE (U.S.) 2.38 |
| 9. Thompson | France | 1.63 | Motorolla (U.S.) 2.31 |
| 10. Philips | Holland | 1.09 | IBM (U.S.) 1.73 |

FONTE: Hobday, M. (1985) The International telecommunication industry - the impact of microelectronic technology on products, process and market structure. Paper prepared for Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O avanço das companhias como IBM e Motorola sobre o mercado de telecomunicações, é respondido pelas firmas que já pertenciam a este mercado, com investimentos na área de informação. A difusão da microeletrônica rompeu as barreiras entre esses dois mercados, estimulando a competição não só entre firmas mas também à nível das nações capitalistas.

Os japoneses vêm conseguindo se apropriar de crescentes parcelas do mercado internacional de informação, intensificando a competição com os EUA e a Europa. Enquanto os EUA respondem ao "desafio japonês" e à rapidez do progresso técnico, liberalizando a competição no seu mercado, as firmas européias partem para a formação de joint ventures, a fim de aumentar a cooperação tecnológica a nível da Europa e facilitar a entrada no mercado americano. Contam também, com o apoio do Estado através de programas como o Esprit (European Strategic Program for research and Development in Information Technology) e o Eureka (European Cooperation Program). Existem também indícios de uma liberação de competição tanto no mercado europeu como japonês. O Japão, por exemplo, concordou em abrir seu mercado de telecomunicações para a competição estrangeira em julho de 1985 (Financial times 31/7/85).

A Tabela III.7.2 nos dá bem uma radiografia das tendências na indústria de telecomunicações, assim como na indústria de informação. As firmas anteriormente restritas aos seus respectivos mercados, impulsionados pelo fenômeno da convergência tecnológica, diversificaram em direção a outros mercados tecnologicamente afins, e utilizam principalmente como instrumentos

dessa estratégia as joint ventures, a compra de participação acionária, fusões e compra do know how.

Existem 4 grandes tendências em meio a esse grande número de fusões, incorporações e joint ventures, que apontam na direção de uma maior concentração, convergência industrial e competição entre as indústrias de telecomunicações e informação (Hobday, 1985):

- a) Algumas companhias, anteriormente restritas à exploração de serviços, estão investindo na área de equipamentos à exemplo da ATT e da British Telecom.
- b) Há uma tendência clara por parte das empresas produtoras de equipamentos de telecomunicações, a investir na área das tecnologias de informação, como por exemplo, a produção de computadores e equipamentos de escritório.
- c) Em contrapartida, há uma tendência por parte da indústria de informação a investir na área de telecomunicações.
- d) A quarta e última tendência diz respeito ao crescente processo internacional de concentração e competição na área de telecomunicações, e entre esta e a indústria de informação.

Não pode haver dúvida que o principal motivo, ou melhor detonador de todo esse processo de reorganização industrial, está na difusão da tecnologia microeletrônica. A passagem

QUADRO III.7.1

ASSOCIAÇÕES ENTRE EMPRESAS DO MERCADO DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES

| EMPRESAS/GRUPOS | MICRO/EMI COMPUTADORES | PERIFERIAIS | GRUPOS COMPUTADORES | SOFTWARE | COMUNICAÇÕES |
|-----------------|---|---|---|--|--|
| AT & T | Teletex (1) | Desenv. Próprio Convergent Tech. (4) Olivetti (2,8) | Desenv. Próprio | Sem Planos | Desenv. Próprio Intel (5), Zilog (5) Motorola (5) Digital Research (7), outros |
| BELL | Trilogy Systems (2,5), Magnetic Peripherals (2) | Desenv. Próprio Lorraine Systems (2,6,8) | Desenv. Próprio, Convergent Technologies (4), Ridge Computers (5,8) | Desenv. Próprio NEC (5,8), Hewlett (6) | Desenv. Próprio |
| BURROUGHS | Memorex (1), Peripheral Components (2), Que (4), Canon (4), Intel (9) | Convergent Technologies (4) | Desenv. Próprio Graphics Technology (1) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio Midwest Systems Group (1), Graphics Technology (1), outros |
| CENTROL DATA | Centronics (2), Magnetic Peripherals (2), Trilogy Systems (2,5) | Desenv. Próprio Columbia Data Products (4) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio Microelectronics & Computer Technology (5) | Desenv. Próprio Chrysler Corp (5) Northrup Electronics (7) |
| DEC | Desenv. Próprio Trilogy Systems (2,5) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio Microelectronics & Computer Technology (5) | Third-part agreements |
| HONEYWELL | Magnetic Peripherals (2), Spartek (1) | Desenv. Próprio Columbia Data Products (4) | Desenv. Próprio Hull (2,6) | Desenv. Próprio Microelectronics & Computer Technology (5), NEC (5,6,8,9) | Third-part agreements |
| ICL | Desenv. Próprio Fujitsu (4) | Desenv. Próprio Logica (4), BSC Systems (5,9), RAI (8,9) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio Fujitsu (5,8) | Desenv. Próprio ATAT (6,8), Mitel (8) |
| IBM | Desenv. Próprio Intel (2) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio | Microsoft (4), Comshare (8), Outros (4,7,8) |
| MCR | Desenv. Próprio Magnetic Peripherals (2) | Desenv. Próprio Convergent Technologies (4) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio Microelectronics & Computer Technology (5) | Desenv. Próprio third-part agreements |
| NICOMP | Desenv. Próprio ISI Logic (4) | Desenv. Próprio | Spartacus Computers (6) | Desenv. Próprio Aurayon Systems (5) | Desenv. Próprio Spartacus Computers (6) |
| OLIVETTI | Desenv. Próprio Korea Precisa Tec (1), Lee Data (2,8) Pilsa (2,8) | Desenv. Próprio Centa (2,6) Epicura (4) | Desenv. Próprio Stratus Computer (2,8) ATAT (8) | IPL (2,8), Hitachi (8) | Desenv. Próprio Digital Research (2,8), Shared Financial Systems (2,8) |
| SIDOTS | Desenv. Próprio IBM (4), Motorola (3), Intel (4), Xerox (6,8) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio | Fujitsu (8) | Desenv. Próprio ATAT (8), Northern Telecom (8,9), Tele Research Newnan (8) |
| SPEEZY | Magnetic Peripherals (2), Trilogy | Mitsubishi (7) | Desenv. Próprio | Desenv. Próprio Microelectronics & Computer Technology (5), Mitsubishi (7) | Desenv. Próprio third-part agreements |

(1) aquisição; (2) desenvolvimento tecnológico; (3) joint venture; (4) OEM; (5) desenvolvimento tecnológico; (6) aquisição; (7) desenvolvimento conjunto do produto; (8) acordo de marketing; (9) acordo de distribuição

Fonte: Business Week, Julho 1984

da base eletromecânica, para a base digital não somente levou a uma intensificação no processo de concentração e competição no interior da indústria de telecomunicações, como também rompeu os limites que a separavam da indústria de informação, na medida em que ambos convergem para a tecnologia digital.

Finalmente, o quadro III.7.1 mostra as principais associações entre empresas do mercado de informática e de telecomunicações.

III.7.d - Os Impactos a Nível de 3º Mundo

Em que medidas as transformações provocadas pela difusão da microeletrônica na indústria de teleequipamentos, afetou os países do 3º mundo, é uma questão ainda em debate nos meios acadêmicos.

Existem posições com avaliações pessimistas (Rada, 1982, Kaplinsky 1982, Boransson 1984, Hoffman 1984) cuja argumentação aponta para os seguintes aspectos:

- Perda das vantagens comparativas oriundas do custo de mão-de-obra, em função da automação dos processos industriais implícitas na tecnologia microeletrônica.
- Ampliação do hiato tecnológico em função da maior complexidade da tecnologia microeletrônica/digital.
- Ampliação nas economias de escala em função da digitalização.

As posições mais otimistas (Hobday 1984, Soete 1983), argumentam com o fato da microeletrônica induzir as necessidades de capital, além de:

- a) Intensificar a competição a nível internacional (convergência tecnológica), viabilizando a importação de equipamentos em termos mais favoráveis.
- b) O estudo incipiente em que se encontra a indústria de teleequipamentos no Terceiro Mundo facilita o by pass da tecnologia eletromecânica não havendo necessidade de queima de capital.
- c) A natureza modular da tecnologia microeletrônica permite que os sistemas possam ser desenvolvidos gradualmente a partir dos modelos básicos, ao mesmo tempo que a experiência de instalar e desenvolver sistemas pode ser gradualmente acumulada.

Existem ainda, ao nosso ver, algumas observações a respeito da indústria de teleequipamentos que podem ajudar no sentido da avaliação dos impactos a nível de terceiro mundo.

Em primeiro lugar é importante ressaltar que o volume de comércio internacional de teleequipamentos era, e ainda é, relativamente reduzido ao se comparar com outros setores da indústria. Isto porque os arranjos institucionais no setor de serviços (em geral monopólio estatal) ditam um padrão de competição baseado no investimento direto, voltado predominantemente para exploração dos mercados internos. A digitalização das telecomunicações vem sendo acompanhada por uma tendência a "des-

regulação" dos monopólios, podendo inclusive mudar o quadro a nível de comércio internacional.

No entanto, o que importa no momento ressaltar é que a participação dos países em desenvolvimento em termos de investimento direto ou mesmo de exportação de mercadorias era praticamente nula no que diz respeito à teleequipamentos eletromecânicos. Esses países atuavam simplesmente como hospedeiros das grandes empresas multinacionais do setor, que ali se instalavam em virtude das restrições a importação de equipamentos. As barreiras à entrada em termos de capital e tecnologia desestimulavam qualquer experiência de desenvolver tecnologia própria com capital nacional.

Esse quadro parece ter se modificado com a digitalização e uso de componentes microeletrônicos aos equipamentos. Países como o Brasil e a Índia foram palco de experiências que se traduziram no desenvolvimento de tecnologia própria, paralela a emergência de capital nacional no mercado. O Estado, obviamente, teve participação decisiva nestas experiências, regulando a atuação do capital multinacional, mas as características intrínsecas da microeletrônica, como o seu já comentado aspecto modular, aumentaram o poder de barganha dos policy makers terceiro mundistas.

Não se pode falar em poder de vantagens comparativas com a automação implícita na microeletrônica, simplesmente porque a indústria de capital nacional na era eletromecânica não existia, e o motivo pelo qual as multinacionais do setor se ins-

talavam nos países para montagem de equipamentos não era a mão-de-obra barata e sim a exploração do mercado interno.

A tecnologia microeletrônica abriu a possibilidade de capacitação endógena gradual, abrindo nichos num mercado fortemente concentrado. Existe a possibilidade de competição por parte dos países em desenvolvimento em áreas do mercado que não estejam situadas na fronteira tecnológica, e que sejam flexíveis à adaptações tecnológicas visando mercados menos desenvolvidos.

Quanto aos produtos de fronteira, a digitalização não significou uma redução nas economias de escala, chegando inclusive a aumentá-las em função dos gastos em P&D.

O serviço da automação dentro do processo de produção de produtos já microeletrônicos não representa um cenário ameaçador para as nascentes industriais de teleequipamentos dos NIC's (New Industrialized Countries), em primeiro lugar porque o processo de produção desses produtos já nasce automatizado, com o custo de mão-de-obra sendo de pouca relevância na formação de preços. As inovações em termos de produto são a base do processo de competição dessa indústria. Em segundo lugar, o potencial exportador dessa indústria tem como principal fonte de realização não o custo da mão-de-obra, mas sim o desenvolvimento de inovações secundárias visando mercados específicos, em especial no próprio mundo em desenvolvimento.

IV

CONCLUSÕES

Já é fato notório que as aplicações da ME dão-se em todas as esferas da economia e de modo crescente. Seja constituindo bens de produção ou de consumo final, a ME tem um potencial tão abrangente como o aço ou o petróleo. Através de lógica binária, sua principal função é a de tratamento massificado (armazenamento, processamento e transmissão) de informações. Substanciais aumentos na velocidade e na capacidade de manipulação de informações, bem como vertiginosas reduções nos custos relativos e nos tamanhos de circuitos e de outros componentes eletrônicos permite atribuir maior grau de "inteligência" aos equipamentos e sistemas de maquinaria dos quais passam a fazer parte.

A ME não é, assim, introduzida como componente do sistema de transmissão onde ferramentas ("membros e músculos") dos equipamentos, nem como nova alternativa para sua força motriz ("coração"), mas diretamente nos dispositivos de controle ("cérebro") trazendo, como dizia um anúncio da IBM no N.Y. Times (09/07/80), uma vantagem mental. Por isso, pode também trazer (e efetivamente traz) consequências reflexas sobre os sistemas de transmissão, ferramental e motor dos equipamentos: usam menos (e diferentes) peças e componentes mecânicos, ferramentas e dispositivos mais simples e modulares, e consomem menos energia. De certo, a ME veio para ficar, constituindo-se como a base técnica do capitalismo contemporâneo.

Deve-se dizer que, por definição, o impacto das novas tecnologias ME sobre o setor serviços e, em particular, sobre atividades de escritório e processos de produção que lidem direta e explicitamente com manipulação de dados e informações padronizadas, será (e já está sendo) muito profundo, transformando radicalmente a estrutura deste setor. Afinal, uma das principais características desta nova tecnologia é viabilizar de forma bastante eficiente a transportabilidade dos serviços através de distâncias que podem ser até muito grandes, chegando a ser intercontinentais. No microcosmo ou no dimensões globais, os impactos sobre o gerenciamento dos empreendimentos, sobre o controle de produção, sobre a natureza do trabalho e sobre o volume do emprego deverão ser dramáticos no âmbito do setor serviços. Este setor não foi, todavia, o foco do presente estudo.

No que concerne à automação industrial, a ME tem provocado um avanço incremental em processos de produção que já eram altamente automatizados, como aqueles em fluxo contínuo de produtos adimensionais; melhorando ainda mais seus sistemas de controle. Para os produtos discretos, pode-se dispô-los em um contínuo que opõe a fabricação de grandes séries automatizadas com elevada incidência de trabalhadores desqualificados e especializados (semi-qualificados), à fabricação de séries menores ou lotes onde a diversidade de bens produzidos pelos equipamentos flexíveis é grande e por isso exige a intervenção de trabalhadores de ofício muito qualificados. Aqui, a introdução e difusão da ME tem uma importância maior, que chega a ser fundamental em alguns casos por romper barreiras à automação estabe-

lecidas, até então, pela eletromecânica. No primeiro lado do contínuo a ME adiciona flexibilidade às linhas de produção (já automatizadas), do outro lado permite a automação de oficinas de produção flexível.

Setores e países têm sido afetados diferentemente pela introdução dos EAME, seja pela distinta aplicabilidade nos processos de produção específica a cada setor maquinofatureiro, seja pelo diferente grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada país, que o torna mais vulnerável à (ou mais próximo da) liderança na concorrência internacional de cada setor industrial.

O impacto da ME em alguns setores industriais, como têxtil e alimentos e bebidas, que já estavam, por assim dizer, na fronteira dos organizados em fluxo contínuo, não é tão grande, ou melhor, não é de se esperar que traga uma estrutura produtiva radicalmente diferente em curto espaço de tempo. Ainda assim, o aumento da flexibilidade da produção e a eficiência técnica inerente aos controles ME, podem significar poderosos alavancamentos no processo de concorrência. Para outros setores da produção maquinofatureira, como confecções e calçados (este, infelizmente não tratado no relatório), os impactos já são maiores e prometem ainda ser mais profundos quando resolvidos certos problemas técnicos. Desde logo, os padrões vigentes da divisão internacional do trabalho parecem estar ameaçados. Em certas indústrias, como máquinas ferramentas e automobilística, as mudanças são qualitativas, provocando uma espécie de desamadurecimento tecnológico das estruturas produtivas e mesmo dos empreendimentos em si. Toda a lógica de produção de e-

equipamentos padronizados versus "customizados" e a correspondente estrutura de cada uma destas indústrias está sendo redefinida. Finalmente, para os setores industriais mais jovens, cuja base técnica apoiava-se principalmente em princípios elétricos, as mudanças são radicais afetando componentes, equipamentos e os processos de fabricação e de concepção (projeto e desenho). É a nova base técnica forjando-se em seu estado mais "puro".

Por uma série de características institucionais e culturais, e pelo estilo de desenvolvimento econômico do Japão desde o pós-guerra, este país tem se configurado o líder no desenvolvimento de dispositivos de automação, na sua aplicação na indústria e no aperfeiçoamento dos sistemas de organização da produção maquinofatureira. Isto tem propiciado ao aparato industrial deste país vantagens substanciais na atual fase de acirramento da concorrência internacional entre as grandes empresas e países industrializados. Apesar da participação do Japão no processo de globalização das economias capitalistas contemporâneas ter-se dado, até hoje, prioritariamente através de exportações, já há um movimento (irregular, é verdade) de modificação, pelo menos parcial, desta tendência. Algumas de suas principais empresas têm se unido com empresas de outros países através de joint ventures para complementar vantagens comparativas distintas que propiciam benefícios adicionais na nova estrutura econômica mundial que começa a se configurar.

Ainda uma palavra sobre o impacto da difusão da nova base técnica para os países em desenvolvimento. A expectativa

va de que a taxa desta difusão fosse bastante elevada e generalizada por todos os setores da produção industrial criou um sobresalto a respeito dos efeitos perversos que criaria para os países do Terceiro Mundo em termos da divisão internacional do trabalho. Na verdade, nem esta difusão tem sido tão rápida, nem tem afetado todos os setores igualmente (Hoffman, 1985). Existem obstáculos concretos que se interpõem a este movimento seja de ordem técnica, financeira ou social. Além disso, setores e países diferentes têm condicionantes estruturais e conjunturais diverso.

Isto não quer dizer que seja tranquila a posição dos países em desenvolvimento. Apenas a situação não é tão alarmante no curto prazo quanto chegou a se pensar tão logo ficou clara a irreversibilidade das profundas modificações na estrutura tecnológica da indústria mundialmente. De fato, a mudança de base técnica é um processo sem volta para os países desenvolvidos e mesmo para os países em desenvolvimento com um razoável parque industrial que já participam, como produtores, do mercado mundial. Estes países podem aproveitar-se das taxas de difusão não serem tão espetaculares quanto foi imaginado, para implementar políticas tecnológicas e industriais que favoreçam formas de participação na divisão internacional do trabalho menos lesivas a seus interesses.

A difusão da base técnica não indica reversão de tendência das estruturas de poder e hierarquias industriais contidas na atual divisão internacional do trabalho, no que concerne os países do Terceiro Mundo. Ao contrário, a expectativa é

de que as desigualdades sejam acirradas, ainda que eventualmente camufladas sob novas formas de dependência, mesmo levando em conta a modernização tecnológica dos países em desenvolvimento. A questão é mais complexa do que parece à primeira vista. O fato de um país saber usar, produzir e conceber EAME distintos, implica em níveis qualitativamente diferentes de difusão local da nova base técnica. Além disso, há que se levar em conta a origem da propriedade das empresas que a utilizam. E mais, o uso de um mesmo EAME em plantas de uma mesma empresa situadas em países diversos não lhes confere necessariamente o mesmo status hierárquico na estrutura global do empreendimento. Isto depende ainda, pelo menos, da natureza e do sentido do fluxo de informações veiculados pelos EAME. Por exemplo, o CAD usado por empresas multinacionais em suas subsidiárias tanto pode servir para dar-lhes mais autonomia, caracterizando um processo de upgrading, como servir para promover um colossal e sem precedentes brain drain de idéias de cientistas ao redor do mundo, sem que estes deixem os locais de trabalho em seus países.

A união dos esforços dos países em desenvolvimento pode propiciar acordos que, pelo menos em tese, promovam escalas de produção e poder de barganha para defender seus interesses na economia internacional. Isto é importante, principalmente tendo em vista a tendência observada de associações entre empresas internacionalmente como forma de dominar a base técnica ME e, logo, melhorar sua competitividade. Pode-se perguntar se não seria vantagem então a associação direta de empresas dos países em desenvolvimento diretamente com as dos países desen-

volvidos. Pode ser uma vantagem no curto prazo, e mesmo talvez no longo, no sentido de que se estaria queimando etapas no domínio das novas técnicas. Além disso, a quantidade de capital local necessário para os empreendimentos se reduziriam, tanto pelos altos custos de desenvolvimento local de tecnologia como pelo aporte de capital estrangeiro. O problema é a ameaça que isto coloca no tempo (não muito) futuro. O status de hoje pode ser a "cova" de amanhã. A pergunta então pode ser replicada: numa união deste tipo, já que não é feita entre "iguais", coloca-se a questão de quem efetivamente terá o privilégio de usufruir dos novos espaços de acumulação abertos pela base técnica ME e em que ritmo.

Sob uma perspectiva macroeconômica pergunta-se ainda qual seria a melhor opção política para os países em desenvolvimento preservarem seu nível de emprego: estimular ou não a difusão da nova base técnica ME. A resposta/hipótese a ser testada em sequência a este trabalho é de que:

- a) não fazê-lo é sacramentar a decadência de seu poder na economia mundial.
- b) o aumento dos ganhos de competitividade auferidos pela difusão desta base técnica ainda que implicando numa perda relativa no volume de emprego, pode ser melhor do que o efeito negativo sobre o emprego advindo da perda desta competitividade por não se atualizar tecnologicamente.
- c) como a tendência ao autoritarismo político e a vulnerabilidade ao poder econômico internacional são maiores, em países não desenvolvidos, a institucionalização dos mecanismos

de proteção dos trabalhadores contra a ameaça acenada a seus empregos e seus interesses gerais, passam a ser uma questão particularmente delicada e na pauta de qualquer transição para a democracia.

A P E N D I C E I
SINOPSE DA ANÁLISE SETORIAL DO AVANÇO DAS TÉCNICAS CO-RELAÇIONADAS COM A TECNOLOGIA
INFORMÁTICA (II) NOS PAÍSES DESenvolvidos

| Setor | Impacto no produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL NO EMPREGO | |
|--|--|--|--------------------------------|--|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| Agricultura | Pequenos (essencialmente me-lhoras da qualidade) | Pequenos (essencialmente de segurança, confiabilidade, me-lhora da eficiência, substitui-ção de mão-de-obra escassa, me-lhoramentos na administração e controle). | Poucos | Perdas mínimas. Pequeno aumen-to da produtividade do traba-lho. | O nível de qualificação requerida tende a aumen-tar, necessitando de tra-balhadores, multiquali-ficados, ex: mecânico/eletricista. |
| Mineração e Extração | Pequenos (essencialmente me-lhoras da qualidade) | Pequenos (essencialmente se-gurança, transporte, acesso a áreas difíceis, eliminação de ambientes hostis, melhoras no controle e administração. Sig-temas altamente integrados são previstos). | Vários | Algumas perdas, sobretudo en-tre os trabalhadores de super-fície e acabamento. Em algu-mas áreas aumentos da produ-tividade de até 100% ou mais (trabalho na mina). No resto até 50% (preparação, etc....) | Mudanças na qualifica-ção, maior necessidade de pessoal de apoio, com mais alta e multivalente qualificação, especial-mente na manutenção. |
| Alimentos Bebidas e Tabaco | Pequenos (essencialmente em qualidade e efeitos de dife-renciação possíveis dimi-nuição de custos através da diminuição de manufatura e custos de distribuição). | Grandes (essencialmente em opo-rtunidades de acabamento, emba-lagem, estoque, manuseio e distri-buição. Alguns melhoramento dos processos, mudanças na direção de controles de distribuição, e formas de administração, as-sim como de fábricas altamente integradas). | Vários/muitos | Algumas perdas, sobretudo na seção de acabamento pode afe-tar mulheres desproporcional-mente. A produtividade do tra-balho no acabamento pode au-mentar até mais de 500%. Eco-nomias do trabalho de até 80%. | Mudanças na qualificação no sentido de mais espe-cialização especialmente no lado administrativo e de apoio. |
| Carvão e sub- produtos do petróleo | Pequenos (essencialmente me-lhoras na diferenciação por qualidade) | Pequenos (a indústria já é a-tualmente altamente automatiza-da, pequena margem para avanços. A ênfase agora é no sentido de otimizar as performances, essen-cialmente no que tange econo-mia de energia. Uso de malhas de distribuição ligando contro-ladores microprocessados lo-cais com controladores centrais de produção e sistemas de adminis-tração baseados em "mainframe"). | Poucos | Perdas mínimas. Mudanças míni-mas na produtividade devido a ser pouco intensivo em tra-balho). | Tendência continuada na direção de maior qualifi-cação e qualificações mul-tiplas; maior neces-sidade de manutenção e ne-cessidade crescente de su-pervisão. Descentraliza-ção nas grandes fábricas leva o aumento considerá-vel das responsabilidades dos operadores restantes. |

| Setor | Impacto no produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL NO EMPREGO | |
|--------------------------|--|---|--------------------------------|---|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| Química e produtos afins | Pequeno (essencialmente melhoras da qualidade e diferenciação por processos de controle mais sofisticados) | Altos níveis de integração planejados. Pequeno (como acima, a indústria já está automatizada em um alto grau e já usa tecnologias de sistemas controladores de razoável eficiência. O processo de mudança (para a TI) de verá ser lenta portanto. Algumas possibilidades básicas de mudanças, passando-se da produção embatelada para o processo contínuo, serão tomados possíveis. A tendência geral será passar para sistemas altamente integrados como os descritos acima. Existem também algumas aplicações no manejo de materiais e no transporte). | Diversos/muitos | Perdas mínimas. No acabamento grandes ganhos (mais de 100%), na manufatura poucos. | Como acima. Com a redução anterior de pessoal de supervisão, processos como a automação da operação de pequenas partidas se tornam possíveis. |
| Manufatura de Metais | Pequeno (essencialmente diferenciações na qualidade). | Pequenos (a indústria já é altamente automatizada e vêm usando tecnologias computadorizadas há mais de vinte anos, entre as quais as do microprocessador. As aplicações principais são para melhorar a precisão e a confiabilidade, para diminuir o tempo gasto, melhorar os controles de produção e planejamento. Operações de pequena escala, por exemplo: fundições podem utilizar máquinas básicas unitárias, mas o impacto da TI no setor tende a ser fraco, exceto quando linhas integradas de produção forem usadas em grandes fundições). | Diversos | Perdas significativas mas devido a outros fatores tais como a racionalização devido ao excesso de capacidade. Os ganhos de produtividade do trabalho são em geral baixos. | Os maiores impactos deverão ser na área de acabamento em vez da área de produção, a tendência será no sentido de níveis crescentes de autonomia e responsabilidade do operador. A demanda de qualificação tende a aumentar e se alargar. |

| Setor | Impacto no Produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL DE EMPREGO | |
|--------------------------|--|--|--------------------------------|--|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| Bens Eletrônicos | Grande/Pequeno. (Bens produzidos para o setor industrial e sobretudo para o setor militar tem sido sofisticados algumas vezes e os desenvolvimentos nesta área tendem a ser melhoras apenas incrementais. Bens de consumo, em contraste, vão mudar consideravelmente com vários produtos completamente novos, por exemplo: Brinquedos, "viewdata", videocassete, etc... Bens convencionais também terão melhoras na qualidade e preços, por exemplo, aparelhagens de som, televisão. | assim como controle de qualidade automáticos tem sido usados cada vez mais. Grande/Pequeno. (A maior mudança será a substituição de componentes individuais por circuitos integrados CIs) que simplificarão enormemente a manufatura. Técnicas tais como a de montagem automática e controle de qualidade passam a ser possíveis e as fábricas tendem a transformar-se para a produção automática em grande escala, com potencial para uso de tecnologias tais como sistemas integrados e altamente sofisticados de informatização, e sistemas de controle para pedidos, estoques, etc.. aumentam. Mudanças em alta qualidade mas pequena escala serão incrementais por natureza. | Muitos/Muitíssimos | pode incluir o mundo todo. Além do fato que a realocação é rápida pelas firmas transnacionais. Significativo em áreas com grande volume. A entrada de produtos importados tem sido devido aos fatores de qualidade e custo, e isto tem levado a grande perda de empregos, ex: a indústria de televisão. Novas tecnologias irão fazer com que os produtos se tornem mais competitivos mas é provável que isto custe empregos devido à automação em alto grau. Como acima, grandes aumentos da produtividade do trabalho (+ de 100%). A economia de horas trabalhadas pode levar a 50%-75% dependendo do caso. | novas qualificações requeridas incluem-se: design, programação e manutenção de máquinas altamente sofisticadas. As mudanças da qualificação neste setor deverão ser no sentido da desqualificação das operações de manufatura através do uso da montagem automática e de controles de qualidade. Alguma nova demanda por pessoal de apoio deve ser esperada mas mais uma vez o elemento supervisão deve diminuir. |
| Computadores Eletrônicos | Pequeno/Grande. (A microeletrônica tem aberto um grande leque de opções e a flexibilidade e as escolhas para os usuários é ampla. Essencialmente todas estas mudanças ainda estão baseadas no conceito e produto original, embora as "mecânicas" difiram atualmente grandemente. | Pequeno/Grande. (Igual a indústria eletrônica). | Diversos | Aumento considerável do potencial através da expansão do mercado, o aumento da sofisticação do produto assim como o uso cada vez maior da montagem automática moderarão este efeito no entanto. Como acima, grandes aumentos da produtividade do trabalho (+ de 100%). Economia do nú- | Mudanças das qualificações demandadas devido à sofisticação do produto e o aumento do uso de métodos automáticos de montagem. É esperado um aumento da necessidade por maiores qualificações em manutenção, pessoal de apoio e por designers, especialmente na |

| Setor | Impacto no produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL NO EMPREGO | |
|-------------------|---|---|--------------------------------|--|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| Elétrico | Pequeno (melhoras da qualidade e performance especialmente em partes como a tela e programabilidade. A forma que toma a construção interna possibilita mudanças significativas no sentido de mais uso de circuitos integrados; pode levar a mudanças mais fundamentais posteriormente). | Pequeno (as máquinas principais possivelmente virão com a consequência das alterações do produto, e a substituição de cabos por circuitos integrados. Tais tendências poderiam vir a facilitar posteriormente a montagem automática). | Diversos | Algumas perdas, associadas essencialmente a entrada de importações. Os empregos podem aumentar se uma nova gama de produtos possam ser produzidos localmente - a tendência provável no entanto é a liderança estrangeira. Com a montagem automática grandes (50-100%) ganhos na produtividade do trabalho. | A qualificação mais afetada é a dos eletricitistas já que a substituição dos cabos por material semi-condutor leva à simplificação das suas tarefas e a redução do nº deles exigido. Quando a montagem automática surgir, isto vai desqualificar ainda mais a necessidade de trabalhadores será reduzida. Ao mesmo tempo uma maior qualificação é requerida para o manejo das peças, componentes, adicionais, ex: visores ou os codificadores (programming). |
| Estaleiros Navais | Pequeno (melhoras da segurança e controle e no manejo de passageiros e trânsito). | Pequeno/Grande (avanços na tecnologia da engenharia mecânica. Vai influenciar o setor, em setores como: cortar, formatar, perfurar, etc... Técnicas de CAD serão também usadas e robótica em atividades repetitivas de soldagem ou manejo. Sistemas de controle de produção ligados a sistemas de estoque e ordenamento também serão usados). | Diversos | As perdas devido as novas tecnologias tendem a ser insignificantes se comparadas àquelas vindas do declínio mundial da navegação e da forte concorrência mundial. Ganhos na produtividade do trabalho, ex: engenharia mecânica. | A substituição de algumas qualificações é provável mas estas ainda são difíceis de identificar. O caráter único do modo de produção deste setor dá grande valor à flexibilidade humana no desempenho de tarefas, e isto pode dificultar a sua substituição por sistemas programáveis que sejam economicamente viáveis. |
| Veículos | Grande/Pequeno. (Mudanças a curto prazo do produto incluem melhoras na economia, segurança, controle de po- | Grande/Pequeno (aplicações em design e trabalho pré-produção tendem a afetar qualidade e "melhoria de alcance.") | Diversos | As perdas devem ser menores do que as que foram inicialmente temidas e estão relacionadas à diminuição do alto grau de uso | O maior impacto será no setor de montagem onde o padrão será a substituição da mão-de-obra desqualificada e semi-qualificada. No |

138

| Setor | Impacto no produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL NO EMPREGO | |
|--------|---|---|--------------------------------|--|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| | luição e informações ao motorista. Posteriormente estão incluídos entre as possibilidades designs mais simples e mais baratos que podem fazer com que os veículos deixem de ser produtos de luxo. | A montagem será a área com o maior impacto com sistemas de montagem integrados flexíveis como objetivo último. Melhoramentos nesta direção já tem sido feitos e robôs são mais usados nesta indústria do que em qualquer outra. Controle da produção e sistemas administrativos também evoluirão no sentido de hierarquias integradas usando controles distribuídos e comunicação entre fábricas. | | de mão-de-obra e uma racionalização geral da produção. A introdução de novas tecnologias quando vinculada à diminuição de mão-de-obra é altamente dependente do custo desta. Por isto é que, a indústria sueca de veículos é bem mais automatizada que a do R. U. por ex: Em algumas áreas, melhoras significativas na produtividade do trabalho (+de 20%), ex: linha de montagem. Em armazenamento até maior + de 400%. Alguns setores chegam a + de 900%. Economia de mão de obra oscila entre 20 e 95% dependendo do setor. | design e na ferramentaria, a maior parte da transição para a operação assistida para computador já foi feita suavemente, aqui houve uma mudança no tipo de trabalho mas houve pequena perda de empregos. Deve diminuir a parte de supervisão, mas já há uma aguda carência de pessoal de manutenção e apoio que deve aumentar no curto prazo. A qualificação requerida aqui é especialmente flexibilidade e conhecimentos multidisciplinares.. |
| Têxtil | Pequeno (melhoras na qualidade, capacidade, diferenciação, possíveis reduções de custo através de uma manufatura mais eficaz). | Grandes/Pequenos. (A indústria já faz uso de operações programáveis e faz extenso uso de inovações. Sistemas computadorizados já são bem comuns. A tendência vai ser na direção de controles de máquinas individuais via microprocessadores ligados através de uma malha de distribuição a um sistema de monitorização informatizado de controle de produção, nível de estoques, tratamento das pedidas e funções similares). | Diversos | Algumas perdas nos setores finais, armazenagem, embalagem e outros. Grande parte da perda de empregos devido à mecanização já ocorreu; a diminuição natural de mão-de-obra (aposentadoria, demissões, etc...) atual deve ser suficiente para a absorção de novas perdas de emprego. Melhoras potenciais significativas da produtividade da mão de obra (100-200%). Economias de trabalho de até 80%. | As maiores mudanças deverão ser no sentido de aumento da qualificação da mão-de-obra. As expensas das tradicionais habilidades no trabalho. A necessidade de supervisão deve diminuir, a demanda de manutenção aumentar. Algum deslocamento de operadores pode vir a ocorrer, mas o grosso das mudanças deve ocorrer nas operações finais e na área do manejo dos materiais. |

139

| Setor | Impacto no Produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL NO EMPREGO | |
|-------------------------|---|---|--------------------------------|---|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| Couro e Peles | Pequeno (ligeira melhora na qualidade) | Pequeno (melhoras no controle do processo de curtimento, desengorduramento, etc... Algumas mudanças no tratamento do material e no acabamento. As grandes mudanças estão provavelmente reservadas ao controle da produção e na administração. | Poucos | Mínimo. Pequenos aumentos da produtividade do trabalho. | Diminuição gradual da importância das habilidades do ofício com o aparecimento de novas automações. Deixa a mão crescente por maiores qualificações especialmente na área de manutenção. As necessidades de supervisão diminuirão com os avanços dos controles da produção. |
| Roupas e Calçados | Pequeno (aumento das opções, melhoras da qualidade, etc... Possível redução dos preços - ao menos para níveis competitivos aos de importação) | Grande/Pequeno. (Existe um campo considerável para a automação neste setor, tanto na direção da economia do trabalho como na sofisticação do processo. Alguns avanços já tem sido feito em sistemas flexíveis de manufaturas mas as maiores mudanças até agora tem sido em máquinas automáticas programáveis de costura. Outras aplicações incluem corte à laser e pintura por spray de calçados feita por robôs. A difusão mais ampla no entanto, ainda é para o futuro. | Muitos | As maiores perdas de empregos neste setor são devidas à entrada de importações e não devidas a novas tecnologias. No entanto, as reduções de custo que a microeletrônica permite tornam-se uma alternativa interessante sobretudo porque ela torna viável a manufatura de produtos de alta qualidade de diminuição de empregos deve continuar portanto. Melhoras significativas de produtividade do trabalho (+ de 200%) são possíveis com grande redução das horas trabalhadas (50% em alguns casos). | Com o surgimento de controles unidos de microprocessadores em máquinas de costura, etc... Vem havendo uma considerável desqualificação de muitos trabalhos semi-qualificados. A necessidade de supervisão deve diminuir com a introdução de sistemas de controle da produção, mas as necessidades de qualificação na manutenção e programação irão crescer. Maiores e múltiplas qualificações serão de mandadas. |
| Componentes Eletrônicos | Grande (a rapidez das inovações neste setor é alta devido a intensa concorrência e ao rápido aumento do mercado). | Grande. (Muitas das inovações dos produtos requerem o desenvolvimento de novos processos com maior precisão, confiabilidade, etc... Já que o trabalho envolve tolerâncias mínimas, montagem, manufaturação | Diversos | As perdas aqui serão devidas à racionalização e integração dos produtos mais isto será com pensão pelo crescimento absoluto da indústria. O quadro se complica pelo fato que a decisão da localização das fábricas | Considerável aumento da qualificação com a produção se deslocando de intenso em trabalho pouco qualificado, para um altamente automatizado, intensivo em conhecimento. Entre as |

140

| Setor | Impacto do produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL DE EMPREGO | |
|-------------------------|---|--|--------------------------------|--|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| Equipamentos Comerciais | Grande/Pequeno. (As maiores mudanças serão no tipo e na capacidade do produto como o resultado da mudança do desenho e a extensa substituição de componentes, exemplo: caixas registradoras. Também em outros produtos haverá uma melhora da performance e novos elementos ex: mostradores). | Grande/Pequeno. (A situação aqui é semelhante ao do setor de bens eletrônicos, com mudanças do produto tornando possível a montagem automática e com a simplificação do processo de manufatura). | Muitos/Muitíssimos | As maiores mudanças neste setor serão: em 1º lugar aquelas decorrentes das novas tecnologias mas um efeito secundário pode ser observado nas firmas que demoram a mudar seus produtos e processos. Os maiores aumentos de produtividade podem chegar a + de 500%, geralmente 50% ou mais isto devido essencialmente a mudanças na natureza dos produtos. Economia de horas trabalhadas 50-75% ou mais em muitos casos. | Mudanças no sentido da desqualificação da mão-de-obra fruto da automação das fábricas e no controle de qualidade. Diminuição da necessidade de supervisão com o aumento dos sistemas de controles de produção; aumento da necessidade de pessoal nas áreas de design e manutenção. Em geral haverá aumento da demanda por maiores e mais variadas qualificações. |
| Manejo de Material | Grande/Pequeno. (Melhoras no sistema de controle deste setor são possíveis através de microprocessadores locais ligados a malhas de informatização maiores. Isto tem um efeito radical na flexibilidade e performance do manejo de materiais e torna possível sua integração com sistemas mais globais de controle total de entradas e saídas para o controle administrativo. | Grande/Pequeno. (Os próprios sistemas em si não devem mudar mas os elementos de controle vão. Já que a tendência aqui é no sentido de maiores níveis de sofisticação, é bem provável que esta tarefa vá ser confiada para firmas especializadas ao menos no curto prazo. Em operação, há maior campo para a expansão de armazéns automatizados e de transporte de material). | Diversos | O crescimento potencial deste setor pode gerar mais empregos mas estes devem ser essencialmente os de alta qualificação, e podem também, ser gerados fora das empresas fabricantes dos sistemas. Na operação haverá considerável perda de empregos devido a automação dos armazéns. O efeito potencial é alto mas difícil de ser avaliado. A produtividade do trabalho pode aumentar | Alguns desqualificação na área de instalação. O aumento principal da demanda será por pessoal altamente qualificado, especialmente para o desenvolvimento de software para os sistemas de controle. Na área de operação a tendência é a desqualificação da mão-de-obra e a redução da necessidade de supervisão. |

141

| Setor | Impacto do produto | Impacto no processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL DE EMPREGO | |
|--------------------------|--|--|--------------------------------|---|---|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| | A inexistência de partes móveis aumenta sua confiabilidade e sua natureza programável é importante para entender o campo de aplicação. | | | | numa faixa de 50 a 500%. Economia de horas trabalhadas por chegar a 80%. |
| Aero-espacial | Pequeno (melhoras na segurança e performance) | Pequeno. (Algumas mudanças nos métodos de desenho e produção, por ex: AD, CNC e FMS). | Poucos/Diversos | Mínimo. As maiores mudanças são condicionadas ao estado do mercado. Mudanças na produtividade do trabalho semelhante à engenharia mecânica. | Mudança para mais altas e variadas qualificações, aumento das tarefas de apoio e design. |
| Mecânica de Precisão | Grande/Pequeno. (Melhoras nos produtos existentes por ex: através da adição de visores, ou pela maior precisão, por ex: os relógios digitais que tiveram grande impacto. | (Mudanças na natureza dos produtos que deixaram de ser mecânicos e passaram a ser eletrônicos fez com que a indústria como um todo tivesse que se reorientar. Simplificação do produto fez também que a manufatura e controle automáticos passassem a ser possíveis reduzindo o custo unitário de manufatura). | Muitos | Um exemplo significativo pode ser dado pelas indústrias suíça e alemã de relógios. Estas indústrias deslocaram-se para o extremo oriente, onde os baixos custos de fabricação e produtos de alta tecnologia predominaram conjuntamente. Os maiores avanços da produtividade foram consequência de mudanças no design do produto - da ordem de 250% em muitos casos. Ganhos em horas trabalhadas são de mais de 50%. | Grandes mudanças nas qualificações demandadas. Desqualificação na fabricação e controle, e demanda por uma série de qualificações totalmente novas. |
| Gaz, Eletricidade e Água | Pequeno. (Melhoras na segurança e qualidade do serviço). | Pequeno. (Algumas melhoras nos controles dos processos; os maiores impactos serão certamente nos processos administrativos da indústria. Algumas mudanças nos padrões de teste e manutenção serão tornados possíveis graças à micro-eletrônica). | Poucos | Mínimo. Pequena variação da produtividade do trabalho. | Algumas mudanças nas qualificações saindo-se da produção, e aumentando a manutenção e apoio. Há um aumento geral nas qualificações requeridas. |

| Setor | Impacto no Produto | Impacto no Processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | IMPACTO POTENCIAL DE EMPREGO | |
|------------------|--|---|--------------------------------|--|--|
| | | | | Quantitativo | Qualitativo |
| Construção | Pequeno (Melhoras na oferta, na administração de material, etc....). | Pequeno. (Impacto diminuto, essencialmente nos aspectos de controle da produção e também no processamento administrativo dos dados). | Poucas | Mínimo (Poucas Mudanças). | Mínimo |
| Telecomunicações | Grande (Tornou possível a revolução da comunicação com malhas mais extensas, mais rápidas, mais baratas, ligações mais confiáveis e as novas possibilidades tais como o "Viewdata"). | Grande. (O intercâmbio de todas as mudanças de tecnologia intra eletrônica simplifica a manufatura dos produtos, a instalação assim como a manutenção). | Muitos/Muitíssimos | Significativo. Mudanças fundamentais na natureza do produto reduzem a demanda por mão-de-obra na montagem e operação em até 80%. Grandes avanços na produtividade do trabalho e aumentos de até 200% são sinalizados e existe potencial para mais avanços no futuro. Economias de horas trabalhadas chegam a 50-80% na manufatura e n.ºs semelhantes são estimados para a instalação e manutenção. | Desqualificação graças à montagem automática de produtos mais simples. Mudanças nas qualificações na instalação e manutenção - também no sentido de desqualificação. Alguma redução das telefonistas graças o aumento da opção da discagem automática. As necessidades de supervisão devem também diminuir. Aumento da demanda por pessoal mais qualificado especialmente no design. |
| Escritórios | Grande. (Grandes melhoras da produtividade e do tipo de serviço/atividade feitos por eles. Há uma crescente tendência para o trabalho em casa sendo este, "local de trabalho"). | Grande. (Mudanças no sentido de criação do escritório automatizado. Presentemente a 3ª fase é feita para os processadores de palavras, mas outros desenvolvimentos irão incluir o "teletexto", preenchimento por computador, e ligações por vídeo. O grande impacto é esperado para quando estes sistemas forem inte.ºs). | Muitos | Potencial bem significativo e algumas perdas até agora. O impacto sobre as mulheres é particularmente importante. As predições sugerem que as perdas podem chegar a 50%. Grandes aumentos da produtividade do trabalho são esperados - já chegam a 150-300% - e são considerados futuros potenciais. | Grandes mudanças nas características dos empregos no sentido de abarcarem todas as tarefas da secretaria, saindo-se da qualificação única tais como bater a máquina ou preenchimento. Em alguns casos, são os próprios chefes que estão batendo e fazendo as edições dos textos: em outros há uma tendência do aumento do trabalho em grupo. Deve haver também um aumento da demanda de serviços de engenharia para a manutenção dos sistemas. |

| Setor | Impacto no Produto | Impacto no Processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | Quantitativo | Qualitativo |
|-----------------------------------|--|---|--------------------------------|--|---|
| Seguradoras, Bancos e Financeiras | Grande/Pequeno. (Melhoras no curto prazo na qualidade do serviço. Num prazo maior se assistirá a ampla difusão da transferência eletrônica de fundos). | Grande/Pequeno. (A tecnologia tem acelerado a tendência à automação deste setor. Como o conteúdo informação é por volta de 80% neste setor, há um vasto campo para o uso da informática. Da mes ma forma, a tendência é para maiores níveis de integração nos sistemas de informação e crescimento das malhas). | Diversos/ Muitos | Potencial significativo, mas houve somente pequenas mudanças até agora, devido principalmente ao extensivo aumento do setor. Algumas previsões põe que até 50% dos empregos estão ameaçados. As mudanças na produtividade são semelhantes as mudanças acima no setor de escritórios. É similar na parte de tratamento de informações às outras atividades deste setor. | |
| Varejo e Distribuição | Grande /Pequeno. (Melhora no serviço e na qualidade tornada possível graças a alto grau de automação de suporte. | Grande/Pequeno. (Melhoras no manejo de estoques, no planejamento e na programação, etc... irão prover a indústria de uma base mais eficiente. Nas lojas em si sistemas de "pontas de venda" irão tornar-se cada vez mais comuns e se rão integradas à sistemas globais de controles do sistema). | Diversos/ Muitos | As perdas potenciais são significativas mas não há evidências de mudanças até agora. As áreas mais ameaçadas são na parte de armazenagem e controles dos estoques. Grandes aumentos da produtividade, especialmente em armazenagem (aumentos de mais de 500% tem sido assinalados). | A mudança mais provável é a extinção das operações intensivas em trabalho dos estoques com efeitos no pessoal de manejo e o de escritório. Nas lojas, a redução do pessoal de controle deverá ser compensada pela necessidade de etiquetagem nas prateleiras e outras tarefas. No conjunto haverá uma desqualificação e uma demanda por pessoal altamente qualificado no planejamento - mais qualificações em software. |
| Serviço Postal | Grande/Pequeno (A curto prazo, a tecnologia irá permitir a introdução da mecanização para aumentar a velocidade e para melhoras do serviço). | Grande/Pequeno. (A mecanização dificilmente provocará grandes mudanças, somente melhoras, por exemplo, sistemas óticos de identificação para triagem. | Diversos/ Muitos | Pequeno a curto prazo. O setor já está em declínio e as perdas devido à mecanização na sua maior parte já aconteceram ou vão acontecer por conta da diminuição natural da mão-de-obra. A longo prazo é difícil | As mudanças já estão ocorrendo da entrega direta para sistemas mais mecanizados. É provável haver um aumento da demanda por maiores qualificações na triagem e outras tarefas |

| Setor | Impacto no Produto | Impacto no Processo | Nº de Setores Potenc. Afetados | Quantitativo | Qualitativo |
|------------|---|---|--------------------------------|---|---|
| | A mais longo prazo se assistirá a ampla difusão do correio eletrônico. | O correio eletrônico por sua vez mudará toda a estrutura e o próprio conceito do correio) | | de prever e dependerá da velocidade com que for adotado o correio eletrônico. Grandes aumentos da produtividade do trabalho com a redução da necessidade de mão-de-obra devido ao correio-eletrônico. | mecanizadas e em "desenvolvimento". Aumento da necessidade de manutenção. |
| Transporte | Pequeno (Melhoras no serviço, na segurança, na disponibilidade, etc...) | Pequeno. (A tendência de mecanização já está em estágio avançado, e esta tecnologia só oferece melhoras incrementais. As maiores mudanças se rão certamente na sinalização, programação e no manejo dos passageiros, por ex: reservas e compra de passagens e num grau menor na operação como por ex. os sistema de trens sem condutores) | Diversos | Algumas perdas são possíveis mas isto dependerá do comportamento do público transportado. Se a utilização de transportes declinar então pode-se esperar maiores redundâncias. Muitos novos sistemas no entanto estão planejados, e a parcela de empregos portanto deverá ser minimizada. As melhoras da produtividade do trabalho podem chegar a 50-75% no pessoal de apoio menos no entanto na operação. | A mudança provável é sair-se da operação para funções de apoio à operação, ex: manutenção. Alguma perda na administração de passageiros, ex: nos quichês de passageiros, mas há campo para a requalificação em outras atividades. Aumento do nível de qualificação requerida, e especial aumento do planejamento e na área de "cronograma". |

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de recursos (5) | Em Desenvolvimento pouco industrializadas |
|--------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|---|--|---|
| Agricultura | Uso disseminado como instrumento de auxílio ao cultivo. Há potencial para que com ela se resolva o problema da falta de mão-de-obra qualificada. | Como em (1) | Como em (1) | Falta qualificação e há disponibilidade de mão-de-obra barata. Podem vir a adotá-la como parte de um projeto mais amplo de mecanização. | A falta de uma base adequada de qualificações impede a curto prazo a sua aplicação. A longo prazo pode-se vir a assistir uma utilização mais intensa para maximizar a eficiência dos cultivos. | A falta de mão-de-obra qualificada e de capitais tornam a adoção improvável. No curto prazo. |
| Mineração e Extração | Amplio uso para aumentar o controle e a produtividade | Como em (1) | Como em (1) | Problemas com o aporte de capital e a disponibilidade de qualificações adequadas. | Uso crescente pelas multinacionais nos países exportadores de recursos. Os altos custos em capital e qualificações são fatores limitantes. | Como em (4), este setor é dominado por um grupo pequeno de grandes companhias. |
| Alimentos, Bebidas e Tabaco | Amplio uso para aumentar o controle, a produtividade, a economia de materiais e a qualidade. | Como em (1) | Como em (1) | Problemas com a qualificação da mão-de-obra e a disponibilidade de recursos constituem fatores limitantes. | É improvável a sua difusão a curto prazo. Problemas com a disponibilidade de qualificações e com os níveis existentes de tecnologia. | Problemas com a qualificação da mão-de-obra e com a disponibilidade de capitais. Ênfase em técnicas intensivas em trabalho. |
| Carvão e Produtos Petrolíferos | Disseminação muito ampla devido ao setor ser intensivo em capital, e a necessidade de controle. | Como em (1) | Como em (1) | Problemas com a qualificação da mão-de-obra e a disponibilidade de recursos constituem fatores limitantes, mas alguns NICs ("NIC"), e.g. México - estão numa situação muito forte para os investimentos em fábricas de alta tecnologia. Até em certo ponto, grandes automações reduzem as necessidades em qualificação. | Difusão moderada até o presente momento a longo prazo se verá altos níveis de automação e a implantação de fábricas de última geração. O papel das multinacionais como transferidoras de tecnologia será importante nestes países. | As maiores restrições e sua adoção, referem-se ao problema de falta de qualificação e da disponibilidade de capitais. |

146

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de recursos (4) | Em Desenvolvimento pouco industrializadas |
|---------------------|--|--|--|---|---|--|
| | sofisticados sistemas flexíveis de manufatura: é especialmente relevante para a fabricação de pequenas partidas. | | | estes nas suas exportações. O problema da falta de mão-de-obra qualificada existe ao nível de software. No geral boas perspectivas. | NICs. A carência de mão-de-obra qualificada em software pode vir a se constituir num problema. | as manufaturas atuais de partidas que usam recursos humanos baratos e flexíveis. |
| ("Instrumentation") | Amplio uso e desenvolvimento de novos produtos e novos mercados. | Como em (1) mas num ritmo mais lento - ainda fortemente ligado à tecnologias tradicionais. | Como em (2) | Já há avanços nos países em desenvolvimento via produtos de baixa tecnologia. A mudança para a microeletrônica é dificultada pela falta de pesquisa e desenvolvido e por falta de pessoal qualificado. O papel das multinacionais aqui é relevante. | Falta de pessoal qualificado, impede no curto prazo a utilização da microeletrônica, mas sistemas comprados feitos mais a importação de mão-de-obra pode vir a originar os princípios de uma indústria local. | É provável que sejam excluídas por falta de P&D e pela falta de disponibilidade de pessoal qualificado. |
| Bens Elétricos | Ampla difusão | Ampla difusão - o ritmo de adoção depende do nível de aceitação pelo mercado. | Como em (2) | Penetração crescente nos mercados dos países em desenvolvimento. Não é provável que eles adotem a curto prazo as tecnologias mais avançadas devido a falta de pessoal qualificado e limitações em P&D. | A possibilidade de manufatura local a longo prazo pode levar a ênfase em tecnologias avançadas. No presente existem limitações devido a falta de pessoal qualificado e de suficiente P&D. | Serão excluídas do processo devido a limitação em P&D, qualificação de pessoal e falta de capitais. O trabalho em montagem está ameaçado devido à automação nos países em desenvolvimento. |
| Construção Naval | Utilização nas operações de engenharia mecânica - seu uso no entanto é limitado pelos problemas do setor. | Como em (1) | Como em (1) - A força deste setor pode tornar-se uma vantagem. | O aumento da importância deste setor pode oferecer no curto prazo a possibilidade de sua adoção via importação. | Há pouco envolvimento direto neste setor, logo deve ser esperada uma adoção muito pequena desta tecnologia. | Falta de pessoal qualificado e de capitais, somado a crise mundial da navegação, impedem a sua adoção. |

147

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de recursos (5) | Em desenvolvimento pouco industrializadas |
|-----------------|---|------------------------------------|--|--|---|--|
| Têxtil | Ampla difusão para conter a penetração das importações do 3º Mundo - oferece possibilidade para aumentos sensíveis da produtividade para competir com os baixos níveis de salários dos países em desenvolvimento. | Como em (1) | Desconhecido | As vantagens advindas da existência local das matérias primas tem sido reduzidos pelas sofisticadas fábricas de sintéticos. O papel das multinacionais é importante. Falta de pessoal qualificado e de P&D pode vir a se constituir num problema (embora possam ser importados). | Como em (4) | Excluídas pelas razões dadas acima. Existe a ameaça da perda de competitividade nas suas exportações que existia devidas as suas vantagens comparativas no custo dos recursos humanos altamente flexíveis em velhas fábricas não especializadas. |
| Veículos | Ampla difusão tanto no produto quanto no processo. | Como em (1) | Como em (1) (mas num ritmo muito mais lento) | Uma indústria crescente, ela deve se beneficiar da integração multinacional. A falta de pessoal qualificado e de P&D são os maiores problemas. | Ausência sensível de P&D e de pessoal qualificado. O papel das multinacionais é importante. | Excluídas devido à falta de P&D, de pessoal qualificado e de capitais disponíveis. |

148

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de recursos (5) | Em Desenvolvimento pouco industrializadas |
|--------------------------|--|---|--|---|---|--|
| Química e Produtos Afins | Disseminação ampla pelos mesmos motivos do setor precedente. | Como em (1) | Como em (1) | Uso crescente mas problemas com a falta de qualificações adequadas. O papel das multinacionais aqui é também importante. | Como em (4) | Como acima. |
| Manufatura de Metais | Como acima. O objetivo é tornar o mais controlável possível os processos contínuos. | Como em (1) | Igual a (2) Ex: o plano quinquenal da URSS para a indústria de aço é muito similar àquele levado adiante por vários países da OCDE no que tange as estratégias de automação para o futuro. | Investimentos consideráveis em fábricas intensivas em capital, algumas vezes fábricas de última geração, tem levado a altos níveis de sofisticação nestes países. A Venezuela por exemplo tem a maior fábrica elétrica do mundo, e a Índia, Coreia do Sul, etc. tem qualificações consideráveis. O problema da falta de qualificação é resolvido até um certo ponto por altos níveis de automação ou pelo uso de mão-de-obra "importada". O papel das multinacionais aqui é importante. | | Grandes limitações na disponibilidade de qualificações e de capitais. A adoção por outras economias de tecnologias avançadas deve aumentar o hiato entre estas e este grupo. |
| Engenharia Mecânica | Disseminação ampla (e vasto potencial para posterior expansão) de (CNC) e da tecnologia de robótica em | Igual a (1) mas é provável que a difusão se faça de forma mais lenta. | | A adoção desde o princípio pelos PRI NICs - e.g. Coreia do Sul - deste tipo de tecnologia, tem ajudado a | A adoção deve ser relativamente rápida já que grandes investimentos em maquinaria irão aumentar o grau de utilização de | Problemas para a sua adoção (qualificações e capital) semum-se a ameaça que esta tecnologia apresenta para |

149

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de Recursos (5) | Em desenvolvimento pouco industrializadas |
|------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|---|---|---|
| Couro e Peles | Alguma utilização para melhorar a qualidade e para automatizar onde for possível. As qualificações de pessoal deste setor não devem mudar. | Como em (1) | Como em (1) | É provável que hajam poucas mudanças. A dependência no pessoal permanecerá. | Poucas mudanças. | Excluídas devido a problemas de custo, de qualificação e outras deficiências. |
| Vestidos e Calçados | Ampla difusão a fim de enfrentar a penetração das importações. Utilização de alto grau de sofisticação que também melhorará a utilização das matérias primas, qualidade, gama de produtos etc... | Como em (1) | Desconhecido | Depende da adaptabilidade do setor a perda das vantagens comparativas auferidas devido ao baixo custo da mão-de-obra pode ser compensadas por uma adoção temporária. Problemas de falta de mão-de-obra especializada especialmente em software. | A falta de mão-de-obra qualificada pode levar o setor para uma base intensiva em capital, e portanto, para uma adoção mais rápida da microeletrônica. | Grandes ameaças já que a impossibilidade da alocação de novas tecnologias (pelas razões das acima) deixa somente a vantagem de baixo custo da mão-de-obra e das matérias primas. Vantagens que a microeletrônica eliminará. |
| Cimento, Vidro, Olaria | Ampla difusão, situação igual ao dos outros processos intensivos em capital. | Como em (1) | Como em (1) | A provável compra de fábricas intensivas em capital deve levar a altos níveis de automação, o que deve aliviar os problemas de falta de mão-de-obra qualificada. O papel das multinacionais será importante. | Como em (4) | Excluídas devido a falta de recursos e de disponibilidade de capitais. |
| Madeira e Móveis | Pequenas mudanças, o setor permanece baseado no pessoal. O uso de máquinas envolverá a sofisticação dos controles. | Como em (1) | Como em (1) | Poucas mudanças. | Poucas mudanças | Poucas mudanças |

150

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de Recursos (5) | Em desenvolvimento pouco industrializadas |
|-------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|--|---|--|
| Papel, impressão e publicação | Na manufatura do papel a difusão será igual ao das indústrias de processo contínuo. Na impressão e na publicação a difusão será muito ampla, com mudanças na estrutura do setor, por exemplo, aparecimento do "View-data". | Como em (1) | Como em (1) | Limitações devido a falta de infraestrutura suficientemente desenvolvida em comunicações somam-se a falta de mão-de-obra qualificada. A necessidade a longo prazo de participar de negócios deve levar a uma próxima adoção. | Como em (4) | Exclusão devido a falta de capital, de disponibilidade de mão-de-obra qualificada e falta de infraestrutura em comunicações. A ameaça a longo prazo é de aumento do isolamento devido a exclusão dos sistemas de comunicação. |
| Componentes Eletrônicos | Ampla difusão e mudanças para a montagem automática em muitas áreas. EUA e Japão devem preponderar, mas outros continuarão a pesquisa e desenvolvimento para desenvolver sistemas próprios. | Como em (1) | Como em (1) | A natureza intensiva tanto em capital quanto em P&D deve impedir a sua entrada na manufatura direta. Joint-ventures e multinacionais podem ser muito significantes no entanto. Algumas exceções, uma por exemplo, Índia, tem considerável potencial. | | |
| Pens Eletrônicos | Ampla difusão e crescimento de novos mercados para novos produtos "inteligentes". Uso de técnicas de montagem automática. | Como em (1) | Como em (1) | A tradição já bem estabelecida de manufatura dos bens de consumo, deve se desenvolver consideravelmente. A ampla difusão das aplicações é provável mas a falta de mão-de-obra qualificada constitui-se no maior problema. | Grande potencial para o estabelecimento de uma indústria intensiva em capital baseada na eletrônica. A ampla difusão das aplicações é provável mas a falta de mão-de-obra qualificada constitui-se no maior problema. | As maiores ameaças aos empregos encontram-se na montagem via relocação e o uso de montagem automática. Limitações devido a falta de mão-de-obra qualificada, de capital e de recursos eliminam a possibilidade de aplicação local. |

151

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de Recursos (5) | Em desenvolvimento pouco industrializadas |
|--------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|---|
| Computadores Eletrônicos | Ampla difusão e crescimento de novos mercados para novos produtos inteligentes. | Como em (1) | Como em (1) | Pouca possibilidade de fabricação totalmente local devido a carências em P&D. Há um potencial considerável de fabricação tanto em "joint venture" quanto p/multina- cionais. Exceções a isto são países tais como o Brasil com políticas de TI baseadas em uma indústria local de computadores. | Como em (4) | As maiores ameaças ao emprego são na montagem via relocação e uso de montagem automática. Limitações nas qualificações de capitais e de recursos impossibilitam a implantação local. |
| Equipamentos Comerciais | Ampla difusão e desenvolvimento de novos materiais para novos produtos. Uso crescente de montagem automática. | Como em (1) | Como em (1) | Há a possibilidade de fábricas intensivas em capital altamente automatizadas para a montagem de equipamentos nestes mercados em expansão. A falta de mão-de-obra qualificada e de P&D sugere que as multinacionais devem ter um papel importante no curto prazo. | Como em (4) | Excluídas devido a falta de disponibilidade de recursos neste campo e de experiência no setor. Qualquer operação de montagem existente atualmente deve vir a ser realocada rapidamente. |
| Manejo de Materiais | Ampla difusão com considerável aumento da sofisticação e de flexibilidade. Exemplo, robôs de armazenamento. | Como em (1) | Como em (1) | | | Como acima. |

152

| Setor/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de Recursos (5) | Em desenvolvimento pouco industrializadas |
|--------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|---|
| Mecânica de Precisão | Ampla difusão e desenvolvimento de novos produtos, por ex., relógios. Utilização de montagem automática com a desqualificação como consequência. | Como em (1) | Como em (1) | Há grandes possibilidades na montagem como no caso dos relógios digitais. Falta de mão-de-obra qualificada e de P&D torna a entrada das multinacionais a maneira mais viável de implantação no curto prazo. | Como em (4) | Como mais acima. |
| Indústria Aeroespacial | Ampla difusão tanto no produto quanto no processo. | Como em (1) | Como em (1) | Há potencial para que se use a experiência em "CNC" para se ter produtos de alta qualidade: As chances são importantes, mas a falta de P&D e de mão-de-obra qualificada são problemas existentes. | Como em (4) | Excluídas. Falta capital, mão-de-obra qualificada e de P&D. |
| Gás, Eletricidade e água | Ampla difusão. | Como em (1) | Como em (1) | No que os sistemas sejam instalados, é provável que usem equipamentos avançados | Como em (4) | Improvisável. Muitos serviços mal são fornecidos. |
| Construção | Pouca utilização (exceto no projeto, no controle do projeto, etc...) | | | | | |
| Telecomunicações | Ampla difusão - uma necessidade essencial na sociedade do futuro é um sistema de comunicações que seja ao mesmo tempo barato e flexível. | Como em (1) | Como em (1) | Ampla difusão, as evidências sugerem um investimento considerável em novos sistemas. Será essencial para os negócios no futuro ter uma infra- | Como em (4) | Excluídas devido ao montante de capitais necessários. Isto é importante porque reflete a dificuldade que terá o 3º mundo no longo prazo de par- |

153

| Sector/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de Recursos (5) | Em desenvolvimento pouco industrializadas |
|------------------------------------|--|---------------------------------|---|---|------------------------------|---|
| Sector de Escritórios | Ampla difusão, a mais longo prazo é provável que ocorra uma saída dos escritórios para "locais de trabalho" em casa. Grandes impactos sobre o emprego são esperados. | Como em (1) | Como em (1) | Depende do crescimento do setor de escritórios: no curto prazo ele pode vir a ser implantado para fazer face as carências existentes em mão-de-obra qualificadas. No longo prazo há um importante potencial com a participação da indústria. | Como em (4) | Excluídos. - Custos - Qualificações. |
| Bancos, Seguradoras, e Financeiras | Como acima no setor de escritório. Haverá também o uso de TEF (transfêrência eletrônica de fundos) e outros sistemas; é provável que aumente consideravelmente a sofisticação tecnológica. | Como em (1) | Embora a estrutura bancária e financeira seja diferente dos países capitalistas espera-se que seja seguido um padrão similar - com possível aumento da descentralização no uso da tecnologia. | A transferência eletrônica de fundos e de informações deve vir a ser o pilar fundamental da infraestrutura de comunicações citada anteriormente. Deve vir a ser introduzida inicialmente pelos bancos multinacionais, mas posteriormente a adoção pelos bancos locais é provável. | Como em (4) | Excluídos - Custos - Qualificação da mão-de-obra. |

| Sector/Economias | Tecnologicamente Avançadas (1) | Declinando Tecnologicamente (2) | Centralmente Planificadas (3) | Recentemente Industrializadas (4) | Exportadoras de Recursos (5) | Em desenvolvimento pouco industrializadas |
|-----------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|---|
| Varejo e Distribuição | Ampla difusão especialmente nos depósitos e armazens. | Como em (1) | Como em (1) | Depende do desenvolvimento de uma sociedade baseada no consumo - a adoção a longo prazo é esperada. | Como em (4) | É improvável ainda por algum tempo: depende como (4) e (5) da infraestrutura do varejo. |
| Serviços Postais | Ampla utilização especialmente na parte de correspondência comercial. | Como em (1) | Como em (1) | A sua adoção no longo prazo é esperada já que é mais um elo da estrutura internacional de comunicações. É provável que se utilizem multinacionais no curto prazo para fornecerem mão-de-obra qualificada e sistemas. | Como em (4) | Excluído devido aos fatores custos e disponibilidade de mão-de-obra qualificada. |
| Transportes | Ampla difusão especialmente nas funções de apoio. A longo prazo pode vir a permitir a existência de sistemas altamente integrados e eficientes. | Como em (1) | Como em (1) | Pode ser esperada a sua utilização no longo prazo - como o desenvolvimento dos sistemas de transporte é provável que tecnologia avançada seja empregada. As compras no curto prazo serão feitas dos países desenvolvidos mas a possibilidade de fabricação local no longo prazo existe - depende da disponibilidade da mão-de-obra qualificada. | Como em (4) | Como acima. |

B I B L I O G R A F I A

- ACERO, L. (1985) - "Microelectronics: the nature of work, skills and training". Mimeo.
- ALLEN, B.T. (1985) - "Microelectronics, Employment and Labour in the North American Automobile Industry", WP 144, OIT, Geneva.
- ALTSHULER, A., ANDERSON, M., JONES, D., ROOS, D. e WOMACK, J. (1984) - The Future of the Automobile, George Allen & Unwin Ltd, USA.
- BAPTISTA, M. (1985) - "A Indústria de Bens Eletrônicos de Consumo a Nível Mundial - Situação Atual e Perspectivas". Relatório de Pesquisa, mimeo, IE/UNICAMP, Campinas.
- BESSANT, John (1985) - "The Application potential of microelectronics", Microelectronics Based Automation Technologies and Development, in ATAS BULLETIN II, maio.
- _____ (1985) - "FMS - an overview", V.R., Brighton Polytechnic, mimeo.
- BESSANT, John e COLE, S. (1985) - Staching the chips: microelectronics and the global distribution of income, Frances Pinter, London.
- BUSINESS WEEK (23/5/1983a) - "Chip Wars: The Japanese Threat".
- _____ (23/5/1983b) - "The Technology That Will Create Tomorrow's Technology".
- _____ (07/1984)
- _____ (11/3/1985) - "IBM's Fanatical Drive to Beat Japan in Manufacturing",
- _____ (10/6/1985a) - "Superchips: The New Frontier".
- _____ (10/6/1985b) - "Making Submicron Chips: Only Computers Are up to the Job".

- BUSINESS WEEK (25/11/1985) - "Gould Grabs a Lead in Superfast Transistors".
- CONSTANTA - IBRAPE (1985) - "Montagem em Superfície", Constanta-IBRAPE Informa nº 36.
- X CLARK, J. (1985) - Basic Process Industries, Technological Trends and Employment, SPRU, Gower, England.
- _____ (1984) - Food, Drink and Tobacco, in Guy, Ken Ed, Basic Consumer Goods, Sussex, SPRU.
- X EDQUIST, C. e JACOBSON, S. (1985) - "The diffusion of electronics technology in the capital goods sector in the industrialized countries", UNCTAD, Nações Unidas.
- ERBER, F. (1983) - "O Complexo Eletrônico - Estrutura, Evolução Histórica e Padrão de Competição", Texto para Discussão nº 19, IEI/UFPRJ, Rio de Janeiro..
- _____ (1985) - "Paradigma Tecnológico, Complexo Industrial e Política Econômica na Microeletrônica", Anais do XIII Encontro Nacional de Economia, ANPEC, Vitória.
- ERNST, D. (1985) - "Impact on Global Industrial Restructuring" ATAS Bulletin II, Centre for Science and Technology for Development, United Nations, Nova Iorque.
- FAULKNER, H.W. (1980) - "The apparel industries self revival" Applied Technology Management Ltd.
- GUY, K. (1984) - Basic Consumer Goods, Technological Trends and Employment, SPRU, Gower, England.
- _____ (1985) - "Communications in Electronics and Communication Soete, L., Ed. SPRU, Inglaterra
- HOFFMAN, K. e RUSH, H. (1984) - "Microelectronics and clothing, the impact of technical change on a global industry", SPRU, Brighton, Inglaterra.

HOFFMAN, Kurt - 1985 - "Microelectronics International Competition and Development Strategies: the unavoidable Issues - Editor's Introduction on in World Development, volume 13, number 3, Março 1985.

I.D.S. - Comparative Advantage in a automating world, Sussex, IDS, Bulletin, 13(2), mar. 1982.

I.M.F. (1982) - Machine Tools and New Technology. International Metalworker Federation Conference, Berna.

X JACOBSON, S., e LJUNG, T., (1983) - "Electronics, Automation and Global Comparative Advantage in the Engineering Industry", in Technological Trends and Challenges in Electronics, Jacobsson, S. e Sigurdson J., ed., Universidade de Lund, Suécia.

JONES, D. e WOMACK, J., (1985) - "Developing Countries and the Future of the Automobile Industry", in World Development, vol. 13, nº 33, março.

X KAPLINSKY, R., (1983) - "Computer Aided Design . electronics and the technological gap between DCs and LDCs", in Jacobsson, S. (ed.) Technological Trends and Challenges in electronics, University of Lund, Research Policy Institute.

_____ (1983) - Automation in a Crisis, Longmans Publishing Co., London.

LASFARGUE, Y. (1982) - L'avenir de la robotique, Les éditions d'organization, France.

"MACHINE CONTROL " - Manufacturing Engineering, 91(2): '39-54, aug, 1983.

ME Monitor nº 8 - (out-dez 83). Unido, Vienna.

_____ (UNIDO) nº 9 - Jan/Mar 1984.

- "Japan breaks the megabit barrier"
- "Japan to build 100 megabit chip"
- "One billion transistors on a chip?"
- "The semi-custom revolution"

ME MONITOR nº 10/11 - Abril/Set. 1984

- "The action in custom chips turns distributors into designers"
- "ICs tailored to application gain ground"
- "New contrast enhancement material for wafer fabrication"

HOBDDAY, M. (1964) - "The Brazilian Telecommunications industry: acumulation of microelectronic technology in the manufacturing and service sectors". Instituto de Economia Industrial. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Texto para Discussão nº 47.

_____ (1985) - "The international telecommunication industry - the impact of microelectronic technology on products process and market atructure." "Relatório de pesquisa", mimeo, IEI/UF RJ.

NAÇÕES UNIDAS (1985) - ATAS Bulletin II, New York, maio.

O'BRIEN, P. e ALLEN, J.F.L. (1983) - "The international restructuring of the automotive industry", mimeo.

OECD (1982) - Microelectronics Robotics and Jobs, OECD, Paris.

X OIT (1985) - The socio-economic impact of new technologies, Advisory Committee on Technology, OIT, 1985 (cap.2).

POEU (1979) - The Modernization os Telecommunications, POEU, Inglaterra.

RADA, J. (1980) - The impact of microelectronics; a tentative appraisal of information technology, Geneva, OIT.

_____ (1985) - "Information Technology and the Third World" em T. Forester (comp.), The information Technology Revolution, MIT Press, Cambridge.

RIGGS, M. (1985) - "Digital Signal Processing", High Technology, Abril.

- SENKER, P. (1982) - "Telefone Equipment" in Nuala Swords - Isherwod and Peter Senker (eds), Microelectronics and the Engineering Industry, Frances Pinter, Londres.
- SCIBERRAS, E. e PAYNE, B.D. (1985) - Machine Tool Industry, Technical change and International Competitiveness, Longman House, Londres.
- SHAIKEN, H. (1980) - Computer Technology and The relations of power in the workplace, Berlin, International Institute for Comparative Social Research, Out.
- _____ (1980) - The impact microprocessor Technology in aerospace, construction equipment and automobile production, Berlin, IICSR.
- X _____ (1984) - Work transformed, Automation and Labor in the Computer Age, Holt, Rinehart and Winston, New York.
- X _____ (1984a) - Computerized Manufacturing Automation: Employment, Education and the workplace, Washington, D. C. U.S. Congress, Office of Technology Assessment, OTA-CIT - 235, Abril.
- _____ (1984b) - Computerized Manufacturing Automation: Employment, Education and the workplace; case studies on the introduction of programable automation in manufacturing work Environment Effects, Washington, DC: US Congress Office of Technology Assessment, Junho.
- SILVA, F., FERRI, P. e ENDRIETTI, A. (1984) - "Employment Impact of Microelectronic new technologies on the Italian automobile industry", WP 136, OIT, Geneva.
- SOETE, L. (1984) - "Textiles" in Basic Consumer Goods, SPRU, Gower, Londres.
- _____ (1985) - Electronics and Communications, Technological Trends and Employment, SPRU, Gower, Inglaterra.
- _____ (1985) - "Electronics" em L. Soete (comp.) Technology Trends and Employment - Electronics and Communication, Gower Publishing Company Ltd., Aldershot.

- TAUILE, J.R. - (1984a) - "Microelectronics Automation and Economic Development: the case of NCMT in Brasil", Tese de PhD, New School for Social Research, New York.
- _____ (1984b) - "Employment effect of microelectronics equipment in the Brazilian automobile industry". WP 131, OIT, Geneva.
- _____ (1985) - "O desenvolvimento internacional da robótica: dados e reflexões", in Revista Brasileira de Tecnologia, Vol. 16 nº 5, setembro/outubro de 1985, CNPq, Brasília.
- TIGRE, P. et al. (1985) - "A Indústria Mundial de Informática: Análise das Tendências Econômicas e Tecnológicas Recentes", Relatório de Pesquisa, mimeo, IEI/UFRJ, Rio de Janeiro.
- WATANABE, S. (1983) - "Market structure, industrial organization and technological development: the case of the Japanese electronics-based NC-machine tool industry", WP 111, OIT, Geneva.
- _____ (1984) - "Microelectronics and Employment in the Japanese automobile industry", WP 129, OIT, Geneva.
- WARDLE, C. (1977) - "Changing food habits in the UK", Earth Resources Research Ltd. London.
- WORLD DEVELOPMENT (1985) - Volume 13 Number 3, March.

PUBLICAÇÕES DO IEI EM 1986
TEXTOS PARA DISCUSSÃO

| | Nº de páginas |
|--|---------------|
| 85. SOUZA, Isabel R.O. Gómez de. <u>Pressupostos ideológicos da estratégia participativa de administração pública.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 85) | 22 |
| 86. HAGUENAUER, Lia. <u>O complexo químico brasileiro. Organização e dinâmica interna.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 86) | 114 |
| 87. VIANNA, Maria Lucia Teixeira Werneck. <u>Nacionalismo versus questão nacional: o exemplo da política nuclear no Brasil.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 87) | 88 |
| 88. FIORI, José Luís. <u>A crise do Estado desenvolvimentista no Brasil - uma hipótese preliminar.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 88) | 113 |
| 89. TIGRE, Paulo Bastos. <u>Perspectivas da indústria brasileira de computadores na 2a. metade da década de 80.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 89) | 55 |
| 90. ERBER, Fábio Stefano. <u>Padrões de desenvolvimento e difusão de tecnologia.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 90) | 73 |
| 91. MEDEIROS, Carlos Aguiar de. <u>A "superação" da teoria do subdesenvolvimento da CEPAL. Os caminhos da crítica.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 91) | 38 |
| 92. ZONINSEIN, Jonas. <u>Conception and theoretical ambiguities of social democracy in the twentieth century: Hilferding's finance capital.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 92) | 42 |
| 93. BATISTA, Jorge Chami. <u>Brazil's Second National Development Plan and its Growth-Cum-Debt Strategy.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 93) | 94 |
| 94. TAVARES, Maria Conceição. <u>Problemas de Industrialización avanzada en capitalismo tardios y periféricos.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986 (Discussão 94) | 66 |
| 95. PENA, Maria Valéria Junho. <u>Anotações sobre a pobreza feminina na constituição de um mercado de trabalho informal do Brasil.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986 (Discussão 95) | 26 |

| | Nº de páginas |
|---|------------------|
| 96. TAVARES, Maria da Conceição & COUTINHO, Luciano G. <u>La industrialización Brasileña Reciente: Impasse y Perspectivas.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 96). | 40 |
| 97. PROCHNIK, Victor. <u>A cooperação Universidade/Empresa: tendências internacionais recentes no setor de informática.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986. (Discussão 97) | 26 |
| 98. GUIMARÃES, Fabio Celso de Macedo Soares. <u>A política tecnológica nos países de industrialização recente.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986 (Discussão 98) | 60 |
| 99. TAVARES, Maria da Conceição. <u>América Latina Frente a Los Condicionantes Actuales de la Economía Internacional - Una Perspectiva Brasileira.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986 (Discussão 99). | 14 |
| 100. TAUILÉ, José Ricardo. <u>Automação e Competitividade. Tendências no Cenário Internacional.</u> IEI/UFRJ, Rio de Janeiro, 1986 (Discussão 100). | 164 |

S
UFRJ/IEI
TD100

034460-5
FEA

MS 88828

TAUILÉ, JOSE RICARDO.

AUTOMACAO E COMPETITIVIDADE,
TENDENCIAS NO CENARIO INTERNACIONAL.

ESTE LIVRO SÓ DEVE SER CONSULTADO NA BIBLIOTECA