

MAURO ZILBOVICIUS
Engenheiro de Produção, Escola Politécnica da USP, 1980

**TECNOLOGIA, ENGENHARIA E AUTOMAÇÃO:
ESTUDO DE UM CASO DE MUDANÇA TECNOLÓGICA
EM UMA MONTADORA DE AUTOMÓVEIS
NO BRASIL**

**Dissertação apresentada à
Escola Politécnica da USP
para a obtenção do Título de Mestre**

**Orientador: Prof. Dr. Afonso C. Fleury
Professor Livre Docente do
Departamento de Engenharia de
Produção da Escola Politécnica da USP**

São Paulo, 1987

FD-842

Para Carlos Zilbovicius

AGRADECIMENTOS

A Afonso Fleury, pela orientação, pelas críticas, pela paciência. A Roberto Grün, José Roberto Ferro, Roberto Marx, Mário Salerno e José Carlos de Toledo, pelas discussões, idéias e dicas. Ao Roberto Rocha Lima, pelo auxílio preciso nos momentos críticos. Ao Cesarino, à Giliane e a todo mundo que torceu e ajudou.

À Angélica, pela datilografia de originais às vezes ilegíveis e à Norma, pela organização da bibliografia.

Ao DEP-UFSCar, à FUNDAP, ao NPGCT (FEA-POLI) e ao CNPq, que proporcionaram condições materiais para a execução deste trabalho.

Ao pessoal da empresa pesquisada, a quem, devido ao sigilo, infelizmente não é possível nominar.

À Tati, por tudo.

SUMÁRIO

Este trabalho aborda o processo de introdução de tecnologias de automação com base microeletrônica em uma empresa montadora de automóveis instalada no Brasil, filial de um grupo transnacional.

A análise realizada busca dar conta da lógica e da estratégia de incorporação da nova tecnologia através da compreensão do papel e da abrangência da atividade de Engenharia local no sentido de implementar tais inovações e mudanças tecnológicas.

São utilizadas duas matrizes conceituais básicas: os modelos de Almeida (1981), para a compreensão do nexu Engenharia-Tecnologia-Fabricação e de Kaplinsky (1985), para a caracterização dos diversos tipos de automação.

Levando em conta os modelos conceituais e o panorama atual do estado-da-arte tecnológico no setor automobilístico-montador, procede-se ao levantamento das inovações introduzidas na empresa e do processo de trabalho da engenharia local. Em seguida são analisados o fluxo de informações de fora para dentro da empresa e os processos de decisão associados à escolha tecnológica.

Na compreensão do processo de mudança, três fatores foram considerados importantes: o nível tecnológico global da indústria, a estratégia particular do grupo ao qual pertence a empresa e as condições locais da planta a ser modernizada. Tendo em vista esses fatores observou-se que as mudanças são introduzidas de modo incremental e a empresa segue o mesmo caminho da matriz, porém defasadamente e a um ritmo mais lento.

Em relação à Engenharia, observou-se que esta dispõe de relativa autonomia decisória, sujeita a restrições advindas dos três fatores acima. Por outro lado, o trabalho de engenharia depende, em boa parte, de procedimentos não formais de relacionamento com a Engenharia da matriz, fonte básica das informações tecnológicas necessárias.

SUMMARY

This thesis deals with the process by which micro-electronics-based automation technologies are introduced into an automobile factory located in Brazil but affiliated with a transnational firm.

The analysis attempts to explain the logic and strategy of the incorporation of the new technology by means of an understanding of the role and the extent of the activity of the local engineering directed to the implementation of such technological changes.

Two basic conceptual matrices direct the study: the model proposed by Almeida (1981) for the understanding of the nexus Engineering-Technology-Manufacturing and that of Kaplinsky (1985) for the characterization of the different types of automation.

Taking into consideration the conceptual models adopted and the current technological state-of-the-art in the automobile industry, the study gives a description of the technological innovations introduced into the plant and of the process of operation of local engineering. In addition, the paper presents an analysis of the flow of information from outside the plant and of the decision-making processes linked to the technological choice.

Three aspects were considered to be relevant to the understanding of the process of change: the global technological level of the automobile industry, the particular strategy of the group to which the firm belongs, and the local conditions of the factory to be modernized. Taking into account these factors, it was observed that the changes were introduced incrementally and that the firm followed the same path as that of the head office but out of phase with and at a slower rate than the latter.

As far as the engineering sector was concerned, it was observed that this has a relative autonomy in decision-making, remaining subject to restrictions arising from the three factors listed above. On the other hand, the working processes of engineering depend largely on informal relationship with the engineering of the main office, the basic source of the necessary technological information.

ÍNDICE

	Pág.
CAPÍTULO 1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
CAPÍTULO 2 - <u>ABORDAGEM TEÓRICA</u>	6
2.1 - Tecnologia e Engenharia	7
2.2 - Automação: um Tipo Específico de Tecnologia ...	18
2.2.1 - Conceitos de Automação	18
2.2.2 - A Nova Automação e o Modelo de Esferas da Produção	22
2.3 - Vantagens Apontadas com a Adoção da Nova Tecno- logia de Automação	31
2.3.1 - Redução de Custos	31
2.3.2 - Aumento de Qualidade	34
2.3.3 - Redução do "Lead-Time" de Produção	38
2.3.4 - Aumento de Competividade	39
2.4 - Obstáculos no Processo de Mudança Tecnológica Rumo à Nova Automação	42
2.4.1 - Tecnológicos	42
2.4.2 - Econômicos	43
2.4.3 - Sociais	44
2.4.4 - Organizacionais	44
CAPÍTULO 3 - <u>A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA EM TRANSIÇÃO..</u>	49
3.1 - Histórico da Indústria Automobilística	52
3.2 - Novas Formas de Organização da Produção: o Mo- delo Japonês	55
3.3 - O Panorama Tecnológico Atual	63
3.4 - Novas Estratégias das Empresas Montadoras	71
3.5 - Perspectivas	77

	Pág.
CAPÍTULO 4 - <u>O ESTUDO DE CASO</u>	80
4.1 - Metodologia e Condicionantes da Pesquisa de Campo	81
4.2 - A Empresa	85
4.3 - Um Roteiro para a Análise	88
CAPÍTULO 5 - <u>AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS INTRODUZIDAS NA PLANTA</u>	91
5.1 - Na Esfera da Fabricação	92
5.2 - Na Esfera da Coordenação	124
5.3 - Na Esfera da Engenharia	133
5.4 - A Estratégia Global da Implementação de Inova- ções	143
CAPÍTULO 6 - <u>A ENGENHARIA</u>	151
6.1 - Estrutura Organizacional e Atribuições	153
6.2 - O Processo de Projeto	160
6.3 - A Implementação de Mudanças	178
6.4 - As Interfaces da Engenharia	185
6.4.1 - Processo x Produto	185
6.4.2 - Processo x Fabricação	192
6.4.3 - Processo x Direção	197
6.5 - A Mão-de-Obra da Engenharia	201
CAPÍTULO 7 - <u>O FLUXO DE INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS</u>	208
CAPÍTULO 8 - <u>A DECISÃO TECNOLÓGICA</u>	221
8.1 - O Processo de Decisão	223
8.2 - Parâmetros da Decisão: Critérios e Condicionantes ...	232
CAPÍTULO 9 - <u>CULTURA ORGANIZACIONAL E MUDANÇA TECNOLÓ- GICA NA EMPRESA</u>	246
CAPÍTULO 10 - <u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	256
BIBLIOGRAFIA	265

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO

O estudo que nos propusemos realizar tem por objeto de análise o processo de introdução de tecnologia de automação em uma empresa montadora de automóveis, filial de um grupo transnacional, instalada no Brasil. Tomando como pressuposto que é a atividade de engenharia a responsável pela geração, incorporação e aplicação de tecnologia em qualquer sistema de produção, buscamos, a partir de um estudo de caso, compreender a lógica da incorporação das novas tecnologias através da análise e da delimitação do papel desempenhado pelo setor de engenharia local dessa empresa no sentido de implementar tais inovações e mudanças tecnológicas.

Muitos estudos vêm sendo produzidos a respeito da mudança tecnológica nos processos de produção. Mais recentemente, com o advento da automação de base microeletrônica, têm havido significativas mudanças na forma de organização dos processos de produção, tanto no que se refere à fabricação propriamente dita como em atividades de suporte à fabricação. Todos os setores das organizações vêm sendo afetados, de um modo ou de outro, pela introdução de recursos de processamento de informações com base em computadores. Não apenas as empresas de fabricação, mas também o setor de serviços vem sendo afetado pelas novas tecnologias.

Os estudos disponíveis referem-se aos impactos das novas tecnologias sob diversos pontos de vista. Alguns focalizam uma dimensão macro-econômica, procurando identificar os efeitos das novas tecnologias em termos da organização da produção como um todo e os reflexos em relação à forma de aplicação do capital e aos impactos sobre o volume de emprego. Outros estudos buscam localizar a questão da mudança tecnológica em um contexto mais restrito, enfocando a necessidade crescente

de gestão da tecnologia enquanto recurso produtivo das organizações. De um modo geral, os estudos existentes referem-se ora a aspectos estratégicos ligados à gestão da variável tecnológica nos processos de produção, ora a seus efeitos.

Optando por uma abordagem intermediária, procuramos tomar como ponto de entrada para a análise da mudança tecnológica o processo concreto de geração ou incorporação das novas tecnologias no interior de uma dada organização que busca modernizar-se em termos de tecnologia e organização do processo produtivo.

Nosso objeto de análise é uma empresa do setor automobilístico-montador. Essa escolha deve-se ao fato de que tem sido, nesse setor, tanto no Brasil como no exterior, que as novas tecnologias de automação vêm sendo incorporadas com maior velocidade. Ao mesmo tempo, a importância mesma do setor no contexto econômico, desde seus primórdios, vem tornando-o um setor no qual a aplicação efetiva de inovações tecnológicas na produção é uma fonte para o desenvolvimento concomitante ou posterior de outros setores. A indústria automobilística como um todo tem desempenhado um papel multiplicador/difusor de tecnologias, tanto como geradora quanto como usuária de tecnologias desenvolvidas em outros setores.

A escolha de uma empresa do setor automobilístico-montador colocou-nos, desde logo, uma questão metodológica: dada a complexidade dessa indústria e o tamanho das empresas que a compõem, o estudo do processo de mudança tecnológica e de incorporação das inovações ligadas à automação e à microeletrônica tende a tornar-se muito particular na medida em que nos aprofundamos na compreensão do funcionamento dessa indústria: o es-

tudo de caso passa a ser não apenas um estudo da mudança tecnológica em geral, mas um estudo do setor automobilístico em particular. Na verdade, o estudo de caso, ao centrar-se no processo de mudança tecnológica e no papel desempenhado pela atividade de engenharia em uma empresa automobilística, torna-se extremamente marcado pelas características do setor e da empresa particular que selecionamos para o estudo.

A opção pela realização de um estudo de caso é, em geral, balizada por restrições de duas ordens. De um lado, os estudos de caso tendem a ser pouco (ou, às vezes, nada) generalizáveis. De outro, o estudo de caso oferece a oportunidade de aprofundamento em um determinado objeto de análise que é, normalmente, impossível quando se busca executar um estudo mais amplo. A análise que procuramos realizar levou-nos a optar pelo estudo de caso, ainda que com provável perda de generalidade, em função das possibilidades oferecidas pelo aprofundamento em uma determinada empresa para um estudo de mudança tecnológica e das dificuldades apresentadas pela própria complexidade do setor e da empresa que escolhemos. Muito provavelmente este tipo de restrição, cabível em relação a qualquer das conclusões a que chegamos, seria minimizado a partir da realização de estudos de caso semelhantes em outras empresas do setor ou em empresas de setores diferentes; a complexidade característica do objeto escolhido impediu-nos de realizar estudos comparativos em prazo hábil.

O presente trabalho divide-se em três partes. Na primeira (Capítulo 2), apresentamos uma revisão bibliográfica do quadro teórico que pode subsidiar a análise da mudança tecnológica, da tecnologia de automação que vem sendo adotada pelas empresas e do relacionamento entre a tecnologia e a ativi-

dade de engenharia. Na segunda parte (Capítulo 3), abordamos as características do setor no qual se insere a empresa escolhida para a análise, conformando os contornos do caso que puderam, a priori, ser identificados. Na terceira parte procedemos ao estudo de caso propriamente dito; no Capítulo 4 indicamos as condições da pesquisa de campo realizada na empresa e a metodologia empregada, bem como as principais características da empresa estudada. No Capítulo 5 descrevemos as principais inovações introduzidas na empresa dentro do quadro das novas tecnologias de automação. A Engenharia é abordada no Capítulo 6; descrevemos suas principais atividades, as interfaces existentes entre ela e outros setores da empresa no que se refere à implementação de tecnologia e à decisão tecnológica e analisamos a mão-de-obra que desempenha as atividades de Engenharia.

Nos capítulos seguintes procedemos à análise dos dados colhidos; no Capítulo 7, analisamos o fluxo de informações tecnológicas entre a empresa e o ambiente exterior, especialmente entre a empresa analisada e o grupo transnacional de que faz parte. No Capítulo 8 abordamos o processo de decisão tecnológica e o critérios e condicionantes da decisão tecnológica na empresa. No Capítulo 9 analisamos uma dimensão que mostrou-se relevante no decorrer da análise: a questão da cultura organizacional como elemento ligado ao processo de mudança tecnológica. Por fim, no Capítulo 10, apresentamos as principais conclusões a que chegamos no decorrer do estudo.

CAPÍTULO 2
ABORDAGEM TEÓRICA

2.1 - TECNOLOGIA E ENGENHARIA

O termo "tecnologia" carece, ainda, de um tratamento mais sistemático por parte da literatura que se propõe a realizar estudos sobre o tema. Na medida em que há, de algum modo, um "senso comum" em relação ao significado do termo, a maior parte dos estudos realizados, tanto no Brasil quanto em outros países, refere-se à tecnologia tomando-a como algo quase que axiomáticamente definido. É esse "senso comum" que permite o desenvolvimento de estudos com enfoques e abordagens os mais diversos; entretanto, quando se busca compreender as premissas conceituais desses estudos percebe-se, como aponta Fleury (1983), "uma ausência de consenso a respeito do termo 'tecnologia' (...); o único ponto de acordo é que a questão é de crucial importância".

Para definir um quadro a partir do qual seja possível trabalhar com esse conceito de maneira consistente, optamos por trabalhar com as formulações propostas por Sabato e Mackenzie (1981) e por Almeida (1981).

Sabato e Mackenzie propõem o seguinte conceito de tecnologia: "a tecnologia não é uma máquina, ou um diagrama, ou uma receita, ou um programa de computador, ou uma fórmula, ou uma patente, ou um desenho. É muito mais que isto. Incorporada como em uma fábrica completa, desmembrada, como em um grupo de projetos (ou em uma combinação conveniente dos dois tipos), tecnologia é um pacote de conhecimentos organizados de diferentes tipos (científico, empírico etc.) provenientes de várias fontes (descobertas científicas, outras tecnologias, patentes, livros, manuais etc.), através de diferentes métodos (pesquisa, desenvolvimento, adaptação, reprodução,

espionagem, especialistas etc.)" (Sabato e Mackenzie, 1981, p.10). Os mesmos autores citam, em seguida, Freeman (1977): "para introduzir um novo produto ou processo, a firma deve, freqüentemente, obter conhecimento de várias fontes diferentes: dos clientes, dos fornecedores, das universidades, laboratórios públicos, competidores, licenciadores e assim por diante. Mas todo esse conhecimento deve ser usado, modificado ou sintetizado de tal forma que preencha os requerimentos específicos dessa firma".

Sabato e Mackenzie consideram ainda que são idênticas as expressões "tecnologia" e "pacote tecnológico", enfatizando o aspecto básico de sua definição, que ressalta a tecnologia enquanto "conjunto de conhecimentos". Dois aspectos são importantes nessa definição: em primeiro lugar, a idéia de organização de conhecimentos. Assim, não importam tanto as origens desse conhecimento, sua classificação ou mesmo os métodos utilizados para obtê-los; importa, antes de mais nada, a forma organizada assumida por esses conhecimentos, o que é dado pelo determinado fim ao qual deverão servir. Fica claro que tal organização pode assumir diferentes formas, segundo diferentes critérios e, em especial, segundo diferentes objetivos. A escolha tecnológica, entendida como o processo de decisão a respeito da forma específica de organização do pacote de conhecimentos - e, como decorrência, a respeito dos tipos e fontes de conhecimento, bem como dos métodos a serem empregados - pressupõe uma instância decisória superior que, sendo tomadora de decisões, orientará o processo de conformação do pacote tecnológico para os fins aos quais este se destina.

Outro aspecto importante da definição proposta por Sabato e Mackenzie é a separação entre "conhecimentos" e bens materiais (máquinas, matérias-primas, produtos) ou força de trabalho. Depreende-se da definição que a tecnologia, ao ser aplicada a um processo de produção, é um elemento que se associa aos recursos físicos e humanos, mas não se confunde com eles. É a partir da tecnologia, assim entendida, que podem ser especificados os recursos a serem empregados no processo de produção; um computador de processos, por exemplo, não "é tecnologia", mas indica que uma determinada tecnologia está sendo empregada em um dado processo de fabricação, a qual requer ou recomenda o uso desse equipamento.

A definição de Sabato e Mackenzie contribui sobremaneira para o esclarecimento a respeito de determinadas "confusões" ou sobreposições feitas por alguns autores ao lidar com o termo tecnologia em estudos práticos. No entanto, a definição apresentada, se levada a limites muito amplos, fica enfraquecida; se enfatizamos a organização de conhecimentos sem levar em conta os objetivos dessa organização, isto é, sem considerar que qualquer que seja a forma de organização, os conhecimentos sob a forma de pacote devem ter uma aplicação concreta em um dado processo de produção, corremos o risco de lidar com um conceito por demais genérico, já que qualquer atividade humana considerada no sentido amplo da acumulação de conhecimentos sobre o Universo poderia ser considerada como uma atividade geradora de "tecnologia". Apesar de ainda consistente, esta extensão não nos esclareceria muito sobre a tecnologia no sentido que buscamos.

Almeida (1981) realizou um estudo no qual procurou estabelecer, a nível conceitual, os vínculos existentes entre

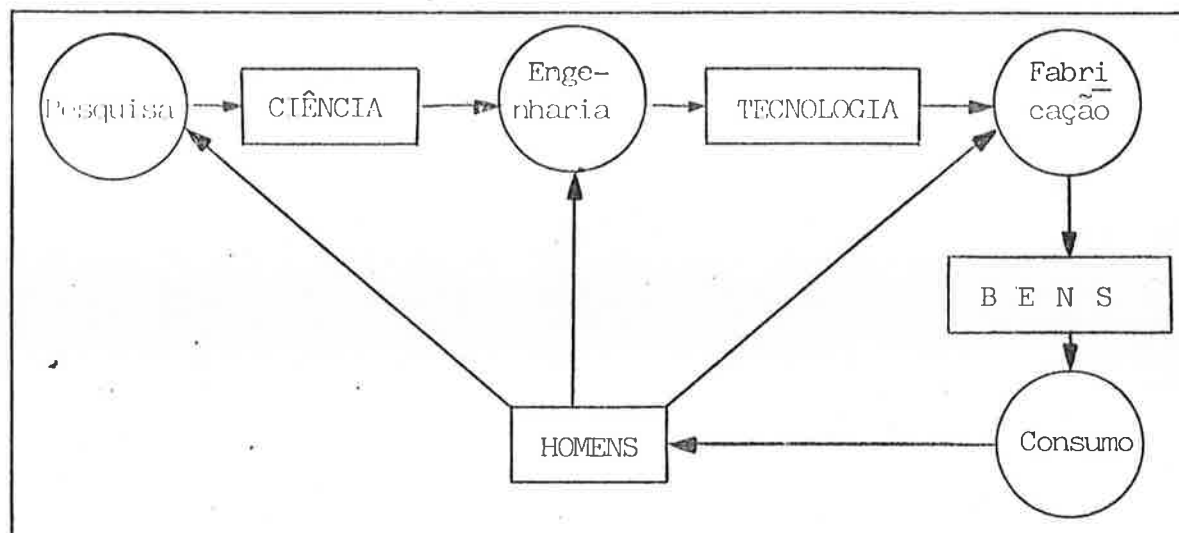
vários dos conceitos associados ao tema da tecnologia. Após percorrer considerável extrato da literatura a respeito, Almeida chega à conclusão que "... pode-se adotar uma definição de tecnologia que se enquadre numa das grandes alternativas (ou as combine): a) tecnologia é o conjunto dos conhecimentos empregados na produção de bens (transcritos ou [existentes] nas pessoas); b) tecnologia é o conjunto das atividades que resultam na criação ou aplicação de conhecimentos empregados na produção de bens; c) tecnologia é o conjunto dos bens produzidos em decorrência (mas não só) de um conjunto de conhecimentos empregados na produção de bens". Almeida discute as três alternativas e opta por chamar de tecnologia apenas a primeira delas.

A segunda alternativa poderia ser "chamada por qualquer nome que signifique criar ou aplicar tecnologia: 'desenvolvimento' ou 'engenharia'". A terceira "é, decididamente, bens e não tecnologia", levando alguns a afirmarem que um determinado bem (ou meio de produção) tem tecnologia "embutida" ou "incorporada".

A partir dessa definição, Almeida propõe um modelo conceitual para a compreensão das relações entre pesquisa, engenharia, fabricação e consumo.

O modelo de Almeida constitui-se de um sistema composto pelos elementos de estoque Homens, Bens, Tecnologia e Ciência e pelos elementos de transformação Consumo, Fabricação, Engenharia e Pesquisa, conforme a figura 2.1.

Figura 2.1

O MODELO CONCEITUAL DE ALMEIDA

FONTE: Elaborado a partir de Almeida (1981).

Para Almeida, "o elemento Homem significa a Humanidade" e representa, em uma dada unidade de produção, o conjunto de pessoas envolvidas na atividade desta unidade. O elemento Bens representa o conjunto de "coisas físicas existentes", isto é, produtos, máquinas, instalações, matérias-primas, natureza. A Ciência "quer dizer conhecimento científico registrado em informação". Almeida ressalta que "o conhecimento não comunicado, na mente de uma pessoa, não faz parte da Ciência, ainda; uma vez comunicado e estando na categoria de conhecimento científico, passa a fazer parte".

No modelo proposto por Almeida, a tecnologia "representa todo o acervo tecnológico à disposição, quer dizer, o conjunto das respostas à pergunta 'como' se pode fazer os Bens". Portanto, são métodos, técnicas, procedimentos que, se aplicados, produzem resultados, efeitos, mas não 'explicam' nada. A tecnologia, porém, não inclui a própria utilização, uma vez que é um estoque de conhecimentos que contém

as informações necessárias para que uma transformação se processe". A qualidade da definição de Almeida está em sua precisão: Almeida afirma que "a tecnologia, definida para o modelo, é a tecnologia explícita, isto é, todas as respostas à pergunta "como produzir" registradas em informação, fora do Homem e dos Bens".

Assim, para Almeida, tecnologia passa a ser um conjunto de informações organizadas que se encontra, de algum modo, registrado e disponível exteriormente aos indivíduos que participam de um processo de produção ou aos bens que são empregados ou transformados nesse processo. A tecnologia, sendo um elemento de estoque, é armazenável e recuperável, o que permite, inclusive, o estabelecimento de uma relação de propriedade entre algum proprietário e a tecnologia.

Os conhecimentos de que se pode lançar mão para responder à pergunta "como produzir" e que não se encontram registrados, mas "residem" em indivíduos, não fazem parte da tecnologia; apontam, por sua vez, para uma característica dos indivíduos que participam do processo de produção: estes podem ser considerados mais - ou menos - qualificados em função dos conhecimentos que detêm e que empregam ao fazer parte do processo. Os conhecimentos não registrados e que, portanto, não se agregam ao que se está denominando tecnologia, fazem parte do mercado de força de trabalho - associados a indivíduos ou conjuntos de indivíduos determinados - e não do mercado de tecnologia.

Os elementos de transformação do modelo de Almeida dão conta da utilização dos elementos de estoque; são atividades que, a partir de determinados elementos de estoque, ge-

ram outros elementos. Assim, "Pesquisa é o elemento que transforma Ciência, Tecnologia, Bens e Homem em Ciência".

A fabricação é, para Almeida, "transformação de Bens, Tecnologia e Homem em Bens". A fabricação é um processo, uma atividade que se caracteriza pelo consumo de bens, força de trabalho e conhecimento tecnológico para a geração de outros bens. Note-se que a ciência não é um elemento de entrada na fabricação. Para Almeida, "o conhecimento científico contribui, indiretamente, por ter participado de transformações anteriores que geraram entradas para a Fabricação, mas não no ato de fabricar em si".

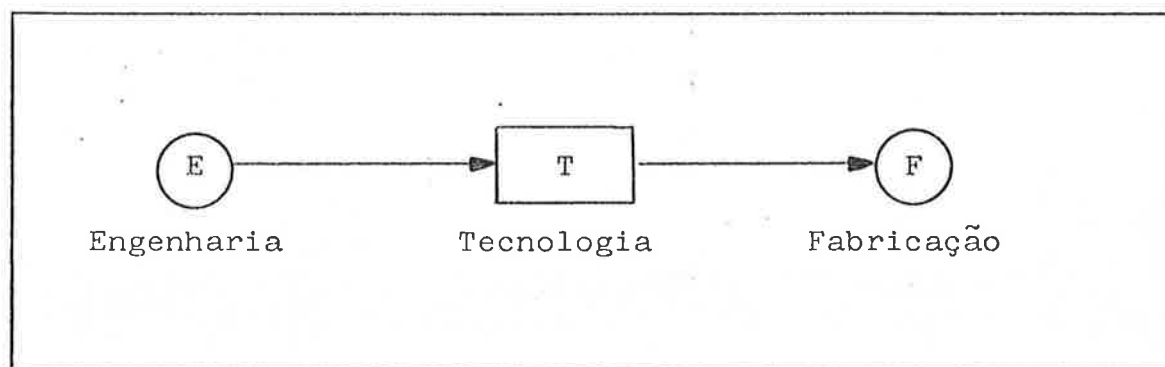
O Consumo "é a transformação de Homens e Bens em Homens", representando, assim, o consumo de bens gerados pela fabricação que permite a reprodução da força de trabalho e sua transformação.

A transformação "Engenharia" é, para Almeida, "o elemento que transforma Tecnologia, Ciência, Bens e Homem em Tecnologia". Estabelece-se assim a forma pela qual a tecnologia é gerada: "Engenharia produz tecnologia por meio de homens que se utilizam de equipamentos, materiais, ciência e tecnologia existentes". Almeida ressalta ainda que "da Engenharia resultam Tecnologia e conhecimento não registrado, no Homem".

Resulta, como uma espécie de corolário desta definição, que não é necessário restringir a atividade de engenharia no interior de uma organização produtiva aos departamentos dessa organização que são formalmente denominados como departamentos de engenharia. Nem mesmo é preciso delimitar a atividade de engenharia como sendo a atividade que é desempenhada

por indivíduos que formalmente detêm o diploma de "engenheiros". A definição apresentada indica que, como aponta Fleury [1983], "é a engenharia que gera o pacote de conhecimentos organizados para que possa haver fabricação". Temos, então, como relacionamento básico para o desenvolvimento de nossa análise, o quadro apresentado na figura 2.2.

Figura 2.2
RELAÇÃO ENGENHARIA X FABRICAÇÃO

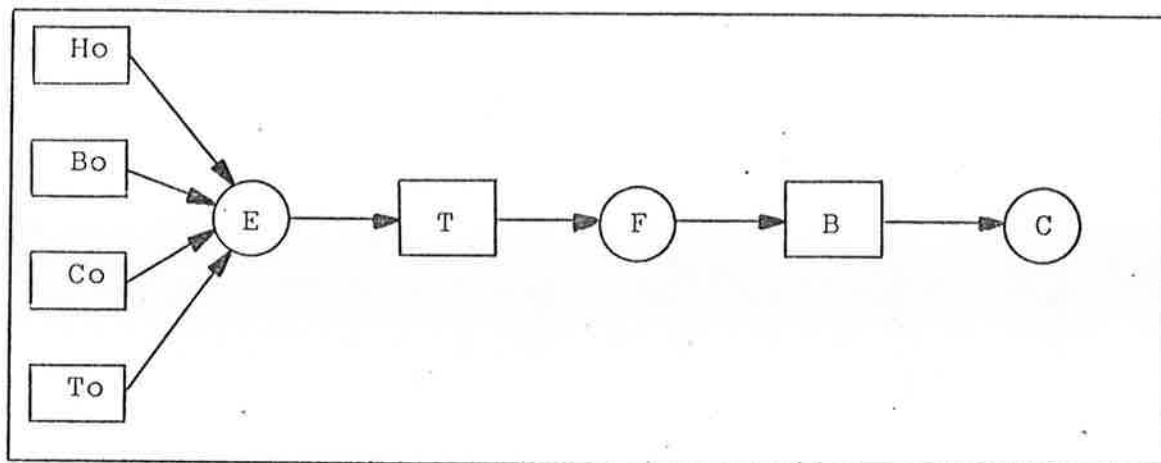


FONTE: Baseado em Almeida (1981).

A aplicação do modelo proposto por Almeida dá conta, ainda, da questão dos limites e da abrangência da atividade de engenharia no processo de geração de tecnologia. Tomemos, por exemplo, a figura 2.3, na qual aparecem as atividades e resultados do processo de produção representados através da simbologia de Almeida. Essa figura representa a ação da atividade de engenharia (E) para gerar determinada tecnologia cujo objetivo específico será sua aplicação em uma dada fabricação (F). A engenharia usa, como insumos, determinados bens (Bo), determinados recursos humanos (Ho) e uma determinada tecnologia (T1), para gerar uma nova - para esta organização - tecnologia (T) que, por sua vez, será empregada na fabricação de determinado bem (B), a ser consumido no mercado (C).

Figura 2.3

ATIVIDADES E RESULTADOS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO
SEGUNDO O MODELO DE ALMEIDA



FONTE: Baseado em Almeida, 1981.

A partir desta situação, Almeida discute alguns casos possíveis:

- a) Considere-se um processo de produção onde a engenharia tem, a priori, bens (Bo) e recursos humanos (Ho) definidos qualitativa e quantitativamente para a fabricação de um dado produto (B), também pré-definido. Além disso, F também está definido (ou é pré-existente). Neste caso, a atividade da engenharia restringe-se à geração de uma tecnologia T que especificará o "como produzir" em termos de métodos de trabalho, arranjo físico dos equipamentos e áreas, movimentação interna de materiais, sistema de programação e controle da fabricação etc. Segundo Almeida, este seria um caso extremo. O que pode ocorrer, na prática, seria a introdução de determinados graus de liberdade, como a liberação quantitativa de Bo e Ho para uma mesma quantidade de B, ou a manutenção dos níveis de Bo e Ho para a obtenção de maior quantidade de B. Num caso ou no outro, a tarefa

da engenharia seria a de gerar a mesma tecnologia citada, perseguindo algum critério determinado pela administração da empresa (maior rendimento, maior produtividade etc.). No caso de B_0 , H_0 e B serem definidos qualitativamente mas não quantitativamente, caberia à engenharia gerar a mesma tecnologia anterior, porém somada ao dimensionamento da fabricação. Em qualquer das hipóteses, caberia à engenharia buscar a tecnologia T_0 que pudesse permitir a geração da nova tecnologia T .

- b) Consideremos agora uma situação em que B é dado a priori, mantendo em aberto as outras restrições anteriormente existentes. Nesse caso, cabe à engenharia apresentar uma tecnologia T que permita a F gerar B . Como afirma Almeida, "nessas condições E deve saber, como especialista em tecnologia e não por indicação da empresa, quais os Bens ou Homens existentes no mercado e que podem ser empregados na fabricação, em conjunto com alguma T_1 , que deverá propor". Surgirão, nesse caso, várias alternativas; os critérios de escolha serão definidos pela direção da empresa. Almeida diz que este processo ocorre, na prática, em dois momentos distintos: primeiro, gera-se "o chamado projeto do processo que define, por exemplo, a linha de equipamentos a ser adotada, a especificação básica das matérias-primas e o tipo de elemento humano necessário". Segundo, dadas as especificações acima, recai-se no caso exposto em (a).
- c) Consideremos, por fim, que seja levantada a restrição relativa a B . Cabe à engenharia, neste caso, propor uma tecnologia T que seja capaz de atender ao consumo C . Diz Almeida que, assim, "além do projeto da operação propriamente dita, do processo e da fábrica, também o projeto do produto

deverá ser realizado; mas isso não quer dizer que a Engenharia escolhe o produto". Na verdade, a engenharia passa a gerar alternativas de produtos que podem atender a uma determinada demanda; essas alternativas serão analisadas pela direção da empresa, que lançará mão de áreas como o marketing e de critérios objetivos e subjetivos para tomar a decisão.

Depreende-se dos casos apresentados que a delimitação da atividade de engenharia depende dos graus de liberdade de que dispõe para realizar sua tarefa. A tecnologia produzida, será também, por sua vez, dependente da real situação em que se encontra a engenharia e das necessidades, restrições e critérios que são apresentadas pela direção da empresa na qual se encontra.

A delimitação do espaço de que dispõe a engenharia e os graus de liberdade que lhe são oferecidos pela administração é, assim, tarefa básica para a compreensão do funcionamento dessa atividade e para a avaliação da tecnologia que será empregada na fabricação.

2.2 - AUTOMAÇÃO: UM TIPO ESPECÍFICO DE TECNOLOGIA

2.2.1 - CONCEITOS DE AUTOMAÇÃO

A conceituação do termo automação sofre das mesmas dificuldades que a conceituação de tecnologia. Muitos autores apresentam definições que apresentam contradições entre si ou que privilegiam um aspecto em detrimento de outro, tornando cada definição proposta adequada para a compreensão de determinados aspectos de um problema sem, no entanto, dar conta do problema como um todo. Apesar disso, é interessante fixar, desde logo, que qualquer que seja a conceituação adotada, consideramos a automação como parte integrante daquilo que Almeida denomina como "o conjunto das respostas à pergunta 'como produzir' "; queremos dizer, com isso, que toda referência à automação é, na verdade, uma referência a um determinado tipo de tecnologia: a tecnologia de automação.

Segundo Kaplinsky (1985), as definições existentes encontram-se situadas entre dois extremos. De um lado, encontram-se definições oriundas de uma visão genérica do conceito de automação. Kaplinsky cita alguns exemplos, como a definição do Oxford English Dictionary: "controle automático da fabricação de um produto, através de estágios sucessivos; (vagamente) uso de maquinário para poupar trabalho mental e manual". Einzig (1957), citado por Kaplinsky, define tecnologia como "um método tecnológico que tende a reduzir custos correntes de produção em termos de horas-homem por unidade de produção ... Seu uso livre, praticamente como um sinônimo para mecanização avançada pode chocar o tecnologista, mas serve aos propósitos dos economistas". Para ilustrar este ponto, podemos citar também a definição existente no dicionário Aurélio

(1986): "sistema automático pelo qual os mecanismos controlam seu próprio funcionamento, quase sem a interferência do homem".

No outro extremo encontram-se autores que "se concentram na habilidade específica da tecnologia de automação para controlar atividades particulares, uma habilidade usualmente associada a seres humanos. Thomas (1969), citado por Kaplinsky, afirma que "automação é uma tecnologia bem distinta de mecanização e está relacionada com a substituição ou o auxílio ao esforço mental humano, diferentemente do auxílio ao esforço físico do homem".

Segundo Kaplinsky, está subjacente a essa posição o conceito de "feedback", que envolve três subprocessos distintos: "a habilidade de inspecionar e medir (ou sentir, perceber); a avaliação dessa medida em relação a uma teoria (ou algoritmo) do processo; alguma forma de reação, se uma resposta é necessária". Para Kaplinsky, é essa particular forma de automação que foi batizada de Cibernética por Wiener em 1947.

É no confronto entre as visões que enfatizam a mecanização como forma de automação, no sentido da substituição de habilidades humanas, e a automação caracterizada pelo "feedback", que reside boa parte da confusão existente a respeito do termo automação. Kaplinsky aponta que "a definição que requer um mecanismo de "feedback" é intuitivamente atraente, já que implica alguma forma de sistema cognitivo, uma resposta automática [a um estado percebido]. Entretanto, apesar desse apelo, seria ilusório ou enganoso limitar a definição de automação desse modo, já que ficaria excluída, por exemplo, uma linha de produção em massa altamente mecanizada

(ainda que inflexível), na qual os componentes são introduzidos em uma ponta e emergem como itens montados em outra, sem que haja intervenção humana ou controle por 'feedback' por máquinas".

A questão apontada acima por Kaplinsky toca em um ponto delicado e relevante: é extremamente comum encontrarem-se definições que associam a automação a algo novo, em geral proporcionado pela microeletrônica e pela informática. No entanto, a situação apresentada por Kaplinsky na citação acima indica que a automação (enquanto mecanização) é algo anterior à microeletrônica e à informática; com efeito, muito antes do surgimento destas enquanto elementos tecnológicos (aplicáveis à produção), a automação já estava presente em instalações como indústrias de fluxo contínuo (química, alimentícia) ou nas linhas de montagem de inspiração fordista, na indústria de fabricação em série.

Para Kaplinsky, o controle é apenas um de três componentes distintos da automação, sendo que os outros referem-se à transformação propriamente dita das entradas e à transferência (ou transporte) entre pontos de trabalho, ou seja, ao fluxo de fabricação. Em cada um desses componentes há graus de automação, "e um grau elevado em um deles não está necessariamente associado a um alto grau em outro", conforme diz Kaplinsky.

Kaplinsky aponta que há uma sucessão histórica de avanços nesses três componentes da automação. O primeiro, a transformação, começou a desenvolver-se no século XVIII, com o uso da energia da água. Continuou posteriormente, no século XIX, com a aplicação da energia do vapor e com o apareci-

mento, no século XX, da eletricidade e do motor de combustão interna. A partir do século XIX o avanço na capacidade de transformação acarretou o surgimento de problemas de fluxo produtivo. Com isso desenvolveram-se não apenas recursos de transferência interna (como as correntes transportadoras) mas, segundo Kaplinsky, também as técnicas da Administração Científica e a linha de montagem de Ford. Finalmente, no período mais recente, desenvolve-se o componente de controle, devido "à necessidade de linhas 'transfer' cada vez mais produtivas e mais flexíveis e à facilidade oferecida para tal pelas tecnologias emergentes, como a eletrônica e a microeletrônica".

Kaplinsky, em síntese, identifica três dimensões para a tecnologia de automação: "primeiro, a automação deve ser considerada em seu sentido mais amplo; segundo, há níveis de automação; terceiro, a automação consiste de três componentes: transformação, transferência e controle".

Com o advento da informática e da microeletrônica, surgiu a possibilidade de emprego desses recursos para o desenvolvimento de uma nova tecnologia de automação, de base microeletrônica. A diferenciação entre as formas anteriores e a nova forma da automação pode ficar bem caracterizada através da classificação de Groover (1980).

Para Groover, "automação é a tecnologia relacionada à aplicação de sistemas mecânicos, eletrônicos e computadorizados, complexos, na operação e controle da produção". Esta definição é bastante criticável à luz da análise de Kaplinsky: associa o conceito de automação à existência de dispositivos ou recursos de aplicação apenas recente, o que, como vimos, não é verdadeiro. Interessa-nos, entretanto, a clas-

sificação da automação em dois tipos, fixa e programável, proposta por Croover. A automação é fixa "quando a seqüência de operações de processamento no sistema de produção é fixa pela configuração do equipamento empregado". Já a automação de tipo programável é a automação mais recente, cuja possibilidade de aplicação é baseada na eletrônica e na informática. Na automação programável, "o equipamento é projetado para ser flexível. O principal aspecto de um sistema de automação programável é a capacidade de permitir mudanças na seqüência de operações para adaptação do equipamento a diferentes configurações de produtos. A seqüência de operações é controlada por um programa (software) e o sistema é reprogramável para a realização de mudanças na seqüência de operações; a flexibilidade torna o sistema adequado para a fabricação de pequenos lotes de diferentes produtos, minimizando a necessidade de alteração física nos equipamentos empregados.

A separação entre os tipos fixo e programável de automação pode ser bastante útil para a identificação não apenas do grau de automação que se encontra em uma determinada instalação (mas também), como para identificar o estágio em que se encontra essa instalação em relação à utilização de recursos de base eletrônica ou microeletrônica, mais recentes: um dos aspectos mais relevantes do problema que estudamos é que o processo de mudança tecnológica é um processo de introdução de recursos de automação programável, organizada, até recentemente, segundo uma tecnologia de automação fixa.

2.2.2 - A NOVA AUTOMAÇÃO E O MODELO DE ESFERAS DA PRODUÇÃO

O quadro exposto no item anterior a respeito do atual "estado-da-arte" com relação à caracterização do con-

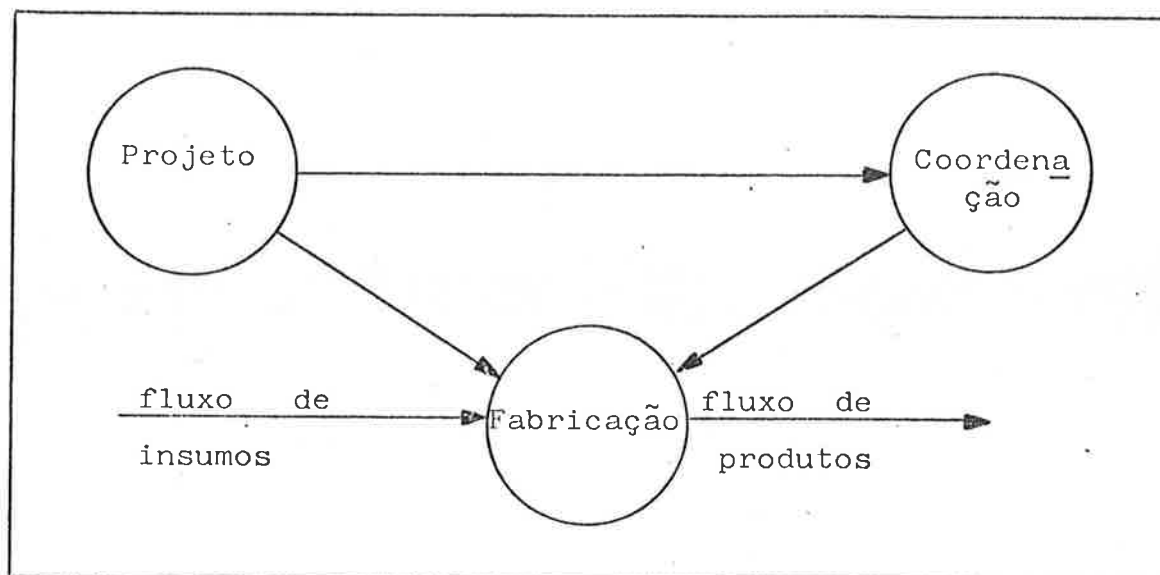
ceito de automação tem sido insuficiente para dar conta das múltiplas dimensões dos processos de mudança tecnológica que visam implementar tecnologias de automação em processos de produção, especialmente quando nos referimos à "nova automação" ou à automação de base microeletrônica. Kaplinsky afirma que a conceituação disponível é insuficiente, na medida em que "não ajuda a compreender a significância de avanços como a 'fábrica do futuro' ". O problema, para Kaplinsky, é que a literatura existente refere-se sempre ao processo de fabricação que é, na verdade, apenas uma das "esferas" da produção, "ignorando as mudanças no escritório ou na concepção e projeto de novos e melhores produtos".

Para avançar em relação à compreensão do processo de incorporação da nova tecnologia de automação nas empresas industriais modernas, Kaplinsky propõe um modelo no qual identifica três esferas de produção distintas: a esfera do projeto ("design"), a esfera da fabricação ("manufacture") e a esfera da coordenação ("coordination") (Figura 2.4).

A esfera do projeto é, em essência, a esfera que agrupa as atividades nas quais "a natureza das saídas (produtos) da empresa é definida e novos processo de fabricação são explorados".

A esfera da fabricação engloba as atividades que compõem a fabricação propriamente dita, isto é, é "onde as matérias primas e insumos intermediários são armazenados e processados, gerando produtos finais a serem entregues ao consumidor".

Figura 2.4

AS ESFERAS DO MODELO DE KAPLINSKY

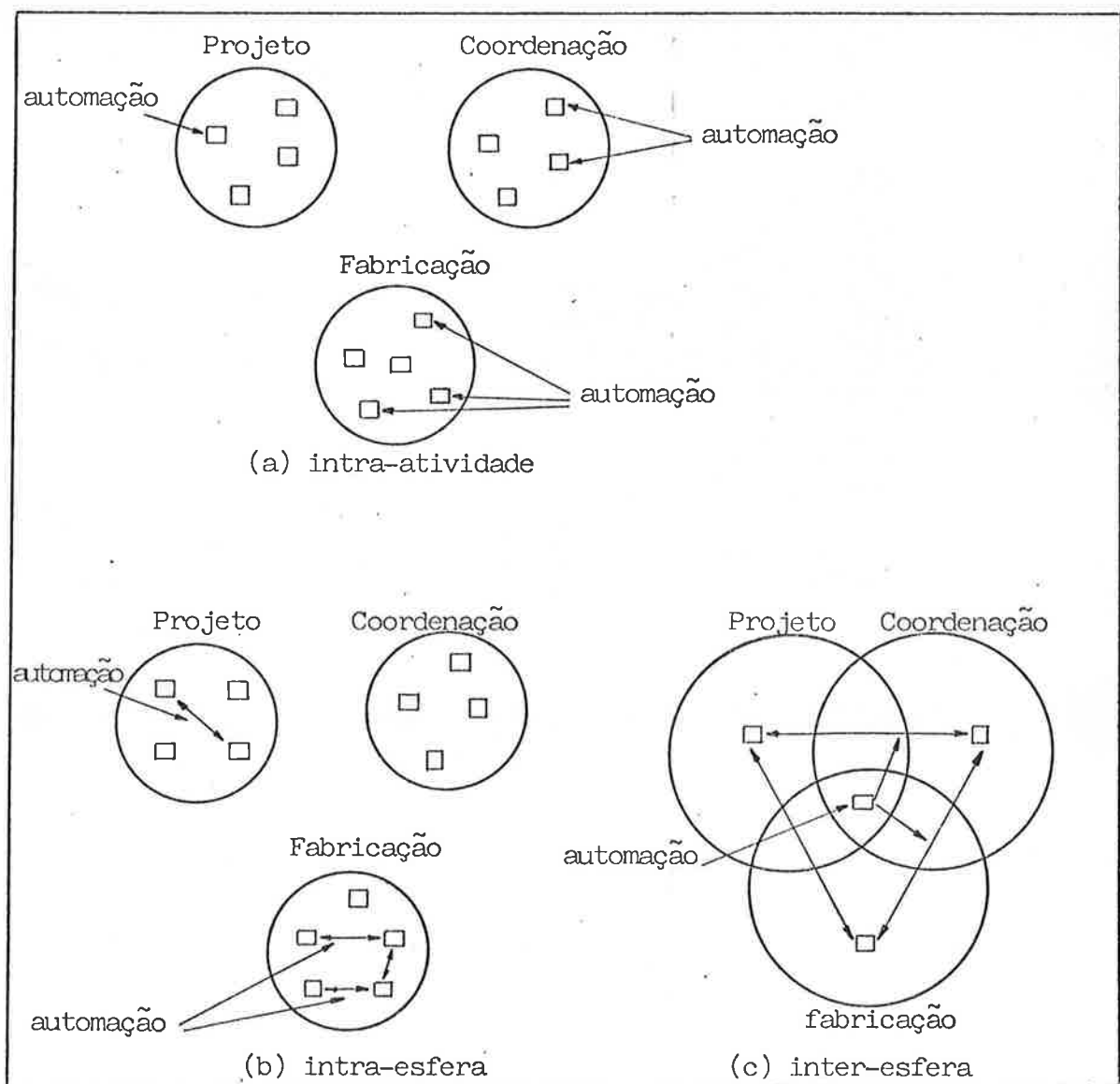
FONTE: Kaplinsky (1985).

A terceira esfera, de coordenação, é aquela na qual são exercidas atividades de gestão do empreendimento. Enquanto as esferas de projeto e de fabricação constituem o cerne do processo de fabricação, a esfera de coordenação reúne atividades que conformam a estratégia de atuação da empresa e o gerenciamento cotidiano dos recursos empregados. Na esfera de coordenação são tomadas decisões que orientam o funcionamento das outras esferas e as decisões específicas que são nelas tomadas.

A extensão dessas esferas, para Kaplinsky, depende da natureza da atividade da empresa. De qualquer modo, nas empresas modernas, essas esferas tendem a estar separadas em unidades bem distintas e definidas, chegando a localizar-se, às vezes, em diferentes locais (cidades ou países). Cada uma das esferas encontra-se organizada segundo uma dada divisão de trabalho, o que define atividades separadas no interior de cada esfera.

A partir da identificação das esferas que compõem a produção e das atividades nas quais estas esferas se subdividem, Kaplinsky propõe uma categorização de tipos de automação (Figura 2.5).

Figura 2.5
OS TRÊS TIPOS DE AUTOMAÇÃO



O primeiro tipo de automação é denominado "automação intra-atividade": "ocorre no interior de uma particular atividade". De acordo com a discussão do item 2.2.1, a automação intra-atividade pode variar desde a simples substituição de força humana por maquinário, até a incorporação de inteligência e controle nas máquinas. A característica básica deste tipo de automação é seu aspecto isolado. Neste tipo de automação podem ser incluídas inovações tais como máquinas a CNC (Comando Numérico Computadorizado), quando se limitam a automatizar operações determinadas, como a usinagem.

O segundo tipo de automação é a "automação intra-esfera". Neste tipo de automação podem ser incluídas tecnologias que associam mais de uma atividade dentro de uma mesma esfera. O exemplo mais claro deste tipo de automação é a linha de montagem da indústria automobilística, tal como implantada por Ford nos anos 20. Mais recentemente, os FMS (Sistemas Flexíveis de Fabricação) podem ser considerados como elementos da automação intra-esfera.

O terceiro tipo de automação identificado por Kaplinsky é a "automação inter-esfera". Este tipo de automação permite integrar o funcionamento de atividades em diferentes esferas. A expressão mais recente deste tipo de automação é a tecnologia CAD/CAM, que permite interligar, através de meios eletrônicos de processamento de informações, as atividades de projeto de um determinado produto e as atividades de sua fabricação.

Kaplinsky aponta um processo de separação e de aproximação entre as esferas de produção através da história. Nos processos artesanais de produção, as esferas de produção en-

contravam-se intimamente associadas ou mesmo superpostas, na medida em que o trabalho era projetado, executado e coordenado por um único indivíduo ou por um pequeno grupo de indivíduos. Historicamente, no entanto, a necessidade de obtenção de incrementos crescentes de produtividade e o aumento das escalas de produção levou à separação das esferas, com a contrapartida de perda de integração, de flexibilidade e de incremento da burocratização (como aponta Weber (1974), em seu estudo clássico sobre as organizações modernas).

Como observa Kaplinsky, no final do século XIX estava consolidada a grande empresa moderna, especialmente na Europa Ocidental e no Estados Unidos. As esferas da produção encontravam-se bem separadas e caracterizadas. A esfera do projeto caminhava para a aplicação de princípios científicos, a esfera da coordenação se compunha de diversos níveis hierárquicos e a fabricação caracterizava-se pela aplicação de maquinário cada vez mais complexo e por um sólido crescimento da divisão de tarefas e da especialização do trabalho. Já no século XX inicia-se e consolida-se um processo de extensão dos mercados, com o aparecimento das empresas multinacionais. Afirma Kaplinsky: "como a extensa literatura sobre multinacionais mostra, o projeto, a coordenação e a fabricação em uma única firma frequentemente extrapola fronteiras nacionais: o projeto e a administração superior encontram-se no país-sede com a fabricação e elementos de coordenação espalhados por um grande número de países".

Para Kaplinsky, "o que está em questão agora é a transição para a empresa automatizada", ou seja, uma tentativa de modernização do processo de produção para, através da automação inter-esferas, reaproximar as esferas de produção;

enquanto que os últimos três séculos viram a gradual evolução e especialização das três esferas de produção, "o que estamos começando a testemunhar é a reemergência da firma unitária, indiferenciada". As inovações tecnológicas no sentido da automação intra-atividade e intra-esferas continuam a ocorrer, incorporando novos avanços tecnológicos; o processo fundamental, no entanto, é o de busca da automação inter-esferas, que subordina as inovações dos outros tipos: a introdução de um sistema do tipo FMS ("Flexible Manufacturing Systems"), por exemplo, além de objetivar ganhos de produtividade, de qualidade e outros, não é decidida de maneira isolada; busca-se, sempre incorporá-la em uma estratégia de nível superior que leve sempre que possível, no futuro, à integração entre esferas.

Boa parte das inovações que abrem possibilidades de automação de qualquer um dos três tipos deve-se ao desenvolvimento da microeletrônica e do processamento eletrônico de informações. Vários dos aspectos que vêm sendo hoje modificados pela tecnologias de automação devem-se à possibilidade técnica de rompimento de determinados obstáculos ou gargalos já anteriormente identificados nos processos de fabricação. A incorporação da lógica binária, o surgimento do "software" como algo independente do maquinário físico - o "hardware" - permitiu a interligação entre processo ou atividades e a automação de processos de tomada de decisão, tornando boa parte da informação que circula nas esferas de produção algo armazenável e recuperável.

As tecnologias anteriormente disponíveis permitiam a automação de transformações do tipo "ação → ação" ou "informação → informação"; as transformações "ação → ação"

são transformações associadas à transferência de movimento, aos sistemas de engrenagem, às instalações tipo "transfer", enfim, à automação fixa. As transformações do tipo "informação —► informação" referem-se ao processamento de dados "manual", a partir de algoritmos ou rotinas, com o eventual uso de equipamentos como máquinas de calcular. As tecnologias de automação com base microeletrônica, além de aprofundar as possibilidades em relação às transformações anteriores, passaram a oferecer a possibilidade de realizar a automação de transformações do tipo "informação —► ação" ou do tipo "ação —► informação", ou seja, além de automatizar o fluxo de informações que circulam na produção, tornou-se possível automatizar a execução de uma determinada ação a partir de um conjunto de informações, ou a geração de informações a partir de ações automaticamente executadas.

Com isso, aprofundaram-se as possibilidades de implementação de automação do tipo inter-atividade ou inter-esfera, abrindo caminho para a reunificação das atividades e das esferas dos processos de produção. Torna-se, assim, cada vez mais inadequada qualquer análise de processos de mudança tecnológica rumo à automação que focalize meramente - tal como vimos no item anterior - os componentes da automação. Como afirma Kaplinsky, "isso seria ignorar a importância central desses desenvolvimentos emergentes na estrutura e na organização da empresa".

Retomando o modelo de Almeida exposto no item 2.1, podemos, desde logo, observar que a atividade de engenharia definida por Almeida pode ser entendida como sendo, no âmbito da empresa, equivalente à esfera de projeto definida por Kaplinsky. Para Almeida, a engenharia é a atividade que, por

definição, gera a tecnologia (que será aplicada na fabricação). Na medida em que a aproximação entre as esferas da produção depende do aprofundamento da automação inter-esferas e que esta, por sua vez, só tem-se tornado concretamente possível a partir do desenvolvimento da microeletrônica e dos equipamentos programáveis de fabricação, comandados a partir de software, uma das características principais do processo de (re)unificação das esferas de produção é a necessidade de elaboração - explicitação - de uma tecnologia que responda, com precisão extrema, à pergunta "como produzir": o software. O software requer, tecnicamente, extremo detalhe; é explicitação máxima de informações e procedimentos, residente em um meio físico de armazenamento (disco ou fita magnética): quando as instruções de fabricação não se dirigem mais ao torneiro mecânico, mas ao microprocessador que comanda a usinagem, tem-se a aproximação entre as esferas do projeto e da fabricação, através da produção, por parte da esfera da engenharia/projeto, de uma tecnologia especial que ficará materializada, sob a forma de software, em algum meio físico.

Deste modo, a esfera de projeto/engenharia passa a assumir um papel cada vez mais relevante no processo de incorporação de automação na empresa moderna, na medida em que a automação que se busca depende, cada vez mais, da geração de tecnologias que, no decorrer do processo de mudança tecnológica, abram caminho para a integração entre as esferas. Estas tecnologias deverão corresponder, cada vez mais, à definição de Almeida: um conjunto de informações organizadas que se encontra, de algum modo, registrado e disponível exteriormente aos indivíduos que participam de um processo de produção.

2.3 - VANTAGENS APONTADAS COM A ADOÇÃO DA NOVA TECNOLOGIA DE AUTOMAÇÃO

Vimos nos itens anteriores que a automação pode ser considerada como sendo uma particular forma de tecnologia. Vimos também que a automação, em sentido mais geral, já se encontrava presente em sistemas de produção muito antes do século XX. A "nova automação", de que nos ocuparemos a partir de agora, refere-se à incorporação nos processos de produção de desenvolvimentos oriundos da microeletrônica. Já observamos, quanto à automação de base microeletrônica, que sua utilização nos processos de produção tende, de um lado, a aproximar as esferas que compõem a produção. De outro, leva à geração de informações organizadas e disponíveis de modo independente dos indivíduos que participam do processo de produção.

Neste item, procuraremos discutir, ainda que sucintamente, as principais razões que têm levado à aceleração da incorporação da automação de base microeletrônica por parte das empresas. Estas razões apontam para a possibilidade de obtenção de ganhos em termos de redução de custos, aumento de qualidade, redução de "lead-times" (tempo decorrido desde a concepção do produto e do processo até a efetiva fabricação) e aumento de competitividade.

2.3.1 - REDUÇÃO DE CUSTOS

A automação tem estado ligada à possibilidade de redução de custos de produção desde suas formas mais antigas. Na medida em que alguma parte do conjunto de operações que compõe a fabricação passa a ser executado pelo maquinário,

tende a haver redução de custos diretos de fabricação em relação ao volume de produção obtida. A automação, assim, está associada à obtenção de economias de escala na fabricação. Dependendo da forma específica de automação que seja implantada, ganhos significativos em custos de mão-de-obra, matéria prima, energia, instalações, maquinário e área ocupada são obtidos.

As tecnologias de automação disponíveis até o advento da microeletrônica reforçaram sempre uma lógica de concentração da produção em plantas de grande tamanho, com a fabricação de grandes lotes de produtos com pouca ou nenhuma diferenciação; no caso da indústria automobilística, o exemplo típico dessa lógica é a linha de montagem de Ford, implantada no início do século. A concentração da produção em grandes plantas proporcionava também a obtenção de ganhos em termos de custos indiretos: pesquisa e desenvolvimento, engenharia e administração geral das empresas, devido à centralização das decisões. Estes ganhos, no entanto, acabam sendo, muitas vezes, contrabalançados pelo excesso de burocracia e por estruturas extremamente "pesadas" e pouco ágeis.⁽¹⁾

A proporção dos ganhos em termos de redução de custos devido à introdução de tecnologias de automação de base microeletrônica depende de uma série de fatores, dentre os quais destaca-se o tipo de produção segundo o qual cada empresa opera: fluxo contínuo, produção seriada em massa, grandes lotes, por encomenda etc. Cada um destes tipos de produção opera segundo uma lógica particular, e os efeitos da auto-

(1) Vide Kaplinsky, op. cit.

mação se manifestam de forma diferente em cada um deles, sendo muito problemática a quantificação dos ganhos efetivamente obtidos.

De todo modo, uma questão chave em relação aos custos de fabricação ligada à automação de base microeletrônica é a perspectiva de redução dos custos decorrentes da introdução de mudanças na produção, em termos de produtos, processos ou volume de fabricação. Especialmente nas indústrias de fabricação seriada em massa, as premissas da automação que justificavam as linhas de montagem fordistas se modificaram. A automação microeletrônica, nestas indústrias, proporciona a possibilidade de flexibilizar as instalações através da redução substancial dos tempos de preparação de equipamentos para mudanças nos produtos. Assim, a escala de produção pode ter seu ponto ótimo reduzido e os produtos obtidos tendem a não obedecer, necessariamente, a padronizações tão rígidas como anteriormente.

O que ocorre é, de um lado, uma redução de custos variáveis com um correspondente aumento de custos fixos. Por outro lado, os custos fixos se reduzem relativamente à situação anterior, já que passam a estar associados à operação em instalações mais flexíveis, que permitem rápidas mudanças no "mix" da programação da produção ou no "mix" de produtos que se pode fabricar.

Tomando-se a esfera da fabricação isoladamente, a flexibilidade proporcionada pela automação microeletrônica leva a uma mudança de rota na forma de organização das plantas: se anteriormente a produtividade era tanto maior quanto mais especializada e dedicada a instalação e mais padronizado

o produto, ⁽¹⁾ a automação mais recente tende a oferecer produtividade maior ou igual em instalações menos rígidas e com a possibilidade de renovação acelerada dos "mix" de fabricação a curto, médio ou longo prazo.

Verifica-se, assim, que, se a automação de novo tipo requer altos investimentos para sua implantação, tende a tornar mais rentável este investimento em uma conjuntura na qual os mercados encontram-se saturados e eventuais novas brechas devem ser rapidamente ocupadas.

Em relação aos custos indiretos, alguns autores indicam que é difícil avaliar os efeitos da nova automação. Na verdade, a economia de escala quanto aos custos indiretos depende da adoção de práticas administrativas compatíveis com as novas tecnologias. Não são apenas as instalações de fabricação que incorporam a nova tecnologia, mas toda uma nova lógica de organização da produção passa a ser necessária; a flexibilidade, que em um primeiro momento localiza-se na fabricação em si, tende a expandir-se, levando à integração global e ao que Kaplinsky denominou automação inter-esferas.

2.3.2 - AUMENTO DE QUALIDADE

A qualidade é um aspecto básico que se encontra associado à automação de base microeletrônica e é, como afirmam Ahuja et alii (1985) "a palavra-chave das empresas de hoje. É a mais popular, a mais discutida e, talvez, a mais evasiva palavra nas empresas de hoje".

(1) "Todos, agora, podem escolher o automóvel que quiserem, desde que seja o modelo T, preto" - afirmava H. Ford nos anos 10.

A qualidade seria, em um primeiro momento, uma decorrência imediata da maior precisão dos dispositivos hoje disponíveis; com estes, obtém-se níveis de qualidade inatingíveis por processos manuais.

Afora isso, como aponta Toledo (1986) "além da uma maior precisão conseguida nas operações, o ciclo de atividades do Controle de Qualidade, ou seja, 'medir o desempenho real - comparar com padrões - tomar ações corretivas', passa [com a automação] a ser incorporado ao próprio equipamento": aos novos recursos tecnológicos acoplam-se conceitos mais modernos de gestão da qualidade, cujo princípio básico é que "a qualidade deve ser projetada e embutida no produto e não inspecionada a posteriori" (Arthur Andersen & Co., 1985).

Para melhor compreensão da questão da qualidade e de sua relação com a automação é interessante lançar mão dos conceitos de qualidade de projeto e de conformação propostos por Juran (1974), assim resumidos por Toledo (1986): "a qualidade de projeto se refere à qualidade intrínseca dos produtos, estando relacionada com características como, por exemplo, o desempenho e a durabilidade dos produtos, que são definidas a partir das especificações de projeto e que determinam a satisfação do usuário. A qualidade de conformação se refere ao grau em que o produto é produzido em conformidade com as especificações definidas no projeto, independente do conteúdo qualitativo destas especificações".

A qualidade de projeto seria algo associado intrinsecamente à engenharia de produto. A qualidade de conformação, por sua vez, estaria associada à engenharia do processo de fabricação e à coordenação deste processo. A qualidade esta-

ria, então, associada à integração das esferas do processo de produção, na medida em que depende do grau de conjugação de atividades desenvolvidas nas três esferas da produção.

No que contribui a automação de base microeletrônica para o aumento da qualidade? Segundo Toledo, "com a automação do processo [na esfera da fabricação], o que se melhora é a qualidade de conformação, através da possibilidade de obtenção de especificações mais rigorosas e de uma maior uniformidade e padronização dos lotes obtidos, ou seja, uma maior adequação entre o produzido e o especificado e, conseqüentemente, uma redução nas porcentagens de refugos. Quanto à qualidade de projeto, esta depende muito mais da política de qualidade e de mercado da empresa, de sua capacidade de inovação e das especificações de projeto do que do processo de produção propriamente dito, embora muitas vezes uma especificação só possa ser conseguida a partir de um determinado processo".

Evidentemente, automações "intra-esfera", como é o caso do CAD na esfera da engenharia, além de proporcionarem uma redução no tempo de projeto, permitem, a partir dos recursos de processamento de informações e de simulação de alternativas, a geração de projetos mais sofisticados e, eventualmente, de maior qualidade.

Como afirma ainda Toledo, "a automação asseguraria a qualidade de conformação e não necessariamente a qualidade de projeto". Na verdade, a elevação da qualidade de conformação está associada à elevação da rentabilidade do capital investido, na medida em que um alto nível de refugos e retrabalhos representa desperdício de matéria-prima e de horas de

trabalho, ou atrasos de entrega que podem se refletir em perdas de mercado. Já a qualidade de projeto está associada especificamente a uma política de mercado. Em situações de competição acirrada, a qualidade é, ao lado do preço final, um fator de desempenho mercadológico. Em determinados mercados, no entanto, a introdução de tecnologias de automação pode deliberadamente reduzir a qualidade intrínseca dos produtos em função da obtenção de ganhos em termos de qualidade de conformação. Toledo cita casos como este na indústria alimentícia e de calçados. Na indústria automobilística, porém, os dois conceitos de qualidade têm sido atingidos simultaneamente, ao menos em relação ao padrão de exigência dos consumidores. (1)

Resumindo, a obtenção de níveis mais elevados de qualidade dos produtos a partir dos novos recursos tecnológicos e de novas formas de gestão da qualidade vem contribuindo para elevar a competitividade das empresas que têm optado por introduzir a automação de base microeletrônica. A qualidade de conformação, um dos requisitos para a obtenção de qualidade final, tem sido assegurada pela automação e ainda proporciona - o que parece ser mais relevante - uma redução nos níveis de refugos e retrabalhos necessários. Já a qualidade de projeto depende do estabelecimento de estratégias que visem a elevação da qualidade final dos produtos, em função dos requisitos apresentados pelos mercados que cada empresa pretende disputar.

(1) Mesmo no caso da indústria automobilística o aspecto da elevação da qualidade de projeto pode ser relativo, na medida em que o "gosto do consumidor" pode ser construído através de campanhas de publicidade. Alguns consumidores insistem em avaliar veículos produzidos na década de 50 como "melhores do que os de hoje", ao menos em termos de durabilidade. Quanto ao rendimento dos motores, no entanto, é mais fácil identificar melhorias de qualidade.

2.3.3 - REDUÇÃO DO "LEAD-TIME" DE PRODUÇÃO

A partir da integração entre as esferas de produção e das melhorias introduzidas através de automação intra-atividade ou intra-esfera, associam-se ganhos em termos não apenas dos tempos de operação, na esfera da fabricação, mas do tempos de projeto.

Na esfera de projeto, alguns dados apontam para uma média de ganho de tempo na execução de novos desenhos e na geração de desenhos revisados da ordem de 3 para 1 e da 10 para 1, respectivamente, através de recursos tipo CAD (Computer Aided Design).⁽¹⁾ Esses ganhos, associados na esfera da fabricação com a redução dos tempos mortos, de preparação de máquinas e a práticas de gestão que visam reduzir o fluxo de material em processo, acarretam, através do uso de sistemas integradores como o CAD/CAM, reduções significativas nos prazos de lançamento/implantação de produtos e processos novos, elevando a flexibilidade da empresa como um todo frente às oscilações do mercado.

Em conjunturas sujeitas a elevadas taxas de mudança, a redução do "lead-time" entre a fase de concepção do produto e do processo e a efetiva fabricação em regime normal representa uma vantagem considerável que, em alguns casos, por si só justifica a adoção do novo padrão tecnológico.

(1) Arthur Anderson & Co. (1985).

2.3.4 - AUMENTO DE COMPETITIVIDADE

As possibilidades de obtenção de redução de custos, especialmente no que diz respeito à introdução de mudanças na produção, bem como a elevação dos níveis de qualidade de conformação e, conforme o caso, de qualidade de projeto, associadas à redução do lead-time entre a fase de concepção do produto e do processo e a efetiva fabricação em regime normal de produtos são instrumentos que tendem a viabilizar posições mais competitivas em determinados mercados.

Uma análise da evolução do panorama econômico mundial a partir da Segunda Guerra Mundial aponta para um movimento de expansão econômica entre os anos 50 e 70, seguido de um período de contração, a partir de meados da década de 70.⁽¹⁾ Segundo Kaplinsky, "é nesta transição, do período de expansão entre os anos 50 e 70 para o descenso racionalizante da década de 70 que a difusão da automação deve ser entendida". Esse período de crescimento caracterizou-se pela geração de "excesso" de capacidade de produção, saturação de mercados, alargamento da difusão de capacitação tecnológica e crescimento de conflito (entre capital e trabalho e entre capitais)". Os dados disponíveis apontam para uma saturação da demanda por bens de consumo final nos mercados dos países centrais e desenvolvidos, acompanhada por um crescimento da capacidade produtiva dos fabricantes que, embora justificável no período de ascensão, tornou-se inadequada frente à saturação dos mercados.

(1) Uma análise mais detalhada desse quadro vis-a-vis a questão tecnológica encontra-se em Kaplinsky (1985) e Freeman (1974). A relação mais ampla entre atividade econômica e desenvolvimento tecnológico é analisada em profundidade por Schumpeter (1982).

A transição entre os períodos de ascensão e descenso caracteriza-se, assim, por ser um período de supercompetição acentuada entre capitais nos mercados já saturados dos países centrais e por fatias de mercados com possibilidade de crescimento em alguns países em desenvolvimento. O período atual é, assim, "racionalizante", no sentido de requerer a obtenção de vantagens comparativas que se viabilizam a partir do emprego de tecnologias que permitam maior adaptação às condições de concorrência. A microeletrônica aparece, então, no momento da inflexão, como uma alternativa - ou necessidade - para maciços investimentos. Apesar de já disponíveis desde o final dos anos 40, as aplicações destes conhecimentos na produção passam a se justificar mais intensamente, no entanto, a partir do início do período de contração da atividade econômica.

Dentro de um quadro de supercompetição, a tecnologia empregada em cada indústria ou setor, a partir do ponto de inflexão do ciclo, tende a tornar-se paradigmática, isto é, em cada ramo produtivo o "modo de produzir" tende a uniformizar-se em relação a alguns aspectos básicos. O aproveitamento de oportunidades de mercado por parte de uma empresa passa, assim, a ocorrer apenas a partir da utilização do paradigma tecnológico internacional de seu setor, em associação com uma gestão mais racional do processo;⁽¹⁾ as empresas que se encontrarem alheias ao paradigma do setor tendem a serem excluídas do mercado, em si saturado. Mesmo para empresas que operam em mercados que apresentam possibilidade de crescimento, como é o caso em alguns países do terceiro mundo, a tecnologia empre-

(1) A questão da uniformização tecnológica no caso da indústria automobilística é analisada, em profundidade, no Capítulo 3.

gada tende a ser semelhante àquela empregada nos países mais desenvolvidos, sob pena de perda de competitividade em relação aos concorrentes.

2.4 - OBSTÁCULOS NO PROCESSO DE MUDANÇA TECNOLÓGICA RUMO À NOVA AUTOMAÇÃO

Analizamos, até agora, as razões que têm levado empresas a adotarem a automação de base microeletrônica e as vantagens que esta oferece na atual conjuntura. Abordaremos, para concluir esta discussão, os obstáculos existentes para sua implementação.

Estes obstáculos podem ser subdivididos em quatro ordens: tecnológicas, econômicas, sociais e organizacionais.

2.4.1 - OBSTÁCULOS TECNOLÓGICOS

Do ponto de vista estritamente tecnológico, os principais obstáculos à automação encontram-se ligados à comunicação entre os equipamentos, tanto entre si, para troca de informações, quanto entre os dispositivos de operação e os dispositivos de processamento de informações. Boa parte das dificuldades enfrentadas pelos projetistas de sistemas automatizados encontra-se na definição de protocolos de comunicação entre os diversos equipamentos dotados de microprocessadores ("mainframes", microcomputadores, controladores programáveis, comandos numéricos etc.). As funções de sensoreamento e ativação também enfrentam gargalos técnicos para sua implementação. A velocidade com que dificuldades dessa ordem vem sendo vencidas nos últimos anos faz prever, no entanto, que este obstáculo, apesar de significativo, não é intransponível.

Outra dificuldade tecnológica refere-se à modelagem de processos que permitam formalizar seqüências de programação, em software, substituindo a intervenção humana em determinados

processos de tomada de decisão. Essa dificuldade vem sendo atacada pelos técnicos através das tentativas de desenvolvimento de inteligência artificial, ou de sistemas "experts", capazes de construir automaticamente os modelos de tomada de decisão a partir do conhecimento de pequenos "pedaços" de informação e de gerarem informação nova a partir do tratamento das informações recebidas.

2.4.2 - OBSTÁCULOS ECONÔMICOS

Do ponto de vista econômico, a principal dificuldade desse tipo de tecnologia reside no elevado custo de seu desenvolvimento. Deve-se considerar, nesse caso, não apenas o custo do desenvolvimento e da implantação no interior das empresas, mas os custos de formação de mão-de-obra capaz de desenvolver esta tecnologia, o que envolve o reaparelhamento do sistema de ensino. Ao elevado custo de desenvolvimento associa-se a dificuldade de financiamento desse investimento em situação de baixa taxa de crescimento dos mercados, o que leva as empresas e os governos dos países de baixa industrialização a uma situação extrema: ou obtêm o capital para a modernização ou, ao não adotar o paradigma tecnológico em desenvolvimento ficam excluídas dos mercados tanto de exportação quanto internos aos seus próprios países, já que as empresas multinacionais teriam maiores facilidades para financiar o investimento necessário. As multinacionais por uma questão de escala e, ao mesmo tempo, de busca de novas oportunidades de mercado, tendem a uniformizar a tecnologia que empregam, tanto nos países centrais como nos de industrialização recente.⁽¹⁾

(1) Maior aprofundamento da análise do papel das multinacionais encontra-se em Michalet (1983), (1976) e Baranson (1978). Sobre as implicações da automação de base microeletrônica para os países do terceiro mundo, Kaplinsky (1985b) e Taulle (1986).

2.4.3 - OBSTÁCULOS SOCIAIS

DO ponto de vista social, uma série de obstáculos ainda estão por serem equacionados, especialmente quanto ao relacionamento entre capital e trabalho. A distribuição dos benefícios da automação é uma questão em aberto e, se vem historicamente favorecendo a valorização e a acumulação de capital, tende a criar tensões e conflitos sociais crescentes. Kaplinsky cita a tendência do Japão para a adoção de sistemas de automação inter-esfera mais rapidamente que nos EUA ou em países da Europa como algo não explicável apenas por fatores culturais, mas através do "compromisso histórico" firmado entre capital e trabalho no Japão e na Alemanha do pós-guerra, o que não ocorreu nos EUA ou na Inglaterra.

O deslocamento de mão-de-obra causado pela automação, que recebeu um impulso maior com a microeletrônica, é outro fator a ser considerado: países ou empresas que não dispõem de mecanismos de retreinamento da mão-de-obra ou economias que não sejam capazes de absorver o excedente gerado em termos de mão-de-obra tendem a enfrentar sérias dificuldades para a adoção das modernas tecnologias.

2.4.4 - OBSTÁCULOS ORGANIZACIONAIS

Por fim - mas não menos importantes - podem ser citados os obstáculos de ordem organizacional para a implementação das novas tecnologias. Na verdade, a questão principal é a da adequação ou não das estruturas organizacionais anteriormente vigentes face às novas formas de organização do processo de produção que se apresentam com a adoção da tecnologia de automação de base microeletrônica.

Kaplinsky cita dois problemas principais que aparecem no período de transição entre o antigo e o novo padrão: a tendência à adoção de estratégias de implementação incremental e a dificuldade para a compatibilização de fluxos de informações, oriundas de esferas que até então operavam de maneira distinta ou isolada. A questão do fluxo de informações decorre, em grande parte, de problemas técnicos anteriormente citados e referentes à comunicação entre equipamentos cuja "conversação" é dificultada pela existência de formatos diversos e pela ausência de protocolos de comunicação.

Já a questão do incrementalismo envolve a definição de estratégias de administração que admitam, a priori, a premissa básica da visão integrada e integradora do processo de produção como um todo, apesar, como afirma Kaplinsky, do fato de que "as tecnologias de automação, ainda evoluindo e geralmente otimizadas através da experiência, têm uma evolução necessariamente incremental, embora ocorrendo em ritmo rápido". Há uma espécie de paradoxo entre o caráter integrado da forma mais avançada de automação de novo tipo - inter-esferas - e uma tendência das altas administrações a optarem por estratégias "passo-a-passo", que se justificam pela pouca capacitação tecnológica neste domínio e pelos recursos que devem ser investidos, caracterizados por riscos elevados (no mínimo, frente a outras alternativas mais conservadoras ou à acomodação com resultados sub-ótimos).

Como afirma um autor citado por Kaplinsky, Halevi, "para que se obtenha sucesso nesse estágio, é preciso que seja compreendido que a integração de sistemas não é um "slogan" ou uma técnica de processamento de dados. É, acima de tudo, uma técnica de "management", na qual se percebe que o processo de fabricação não é nem um conjunto de sistemas independen-

tes nem uma série de conjuntos de sistemas integrados, mas um sistema lógico e global ... sem o envolvimento da administração, as chances são próximas de zero".

Para Kaplinsky, a obtenção dos ganhos globais é uma decorrência da tomada de decisão nos níveis mais altos do planejamento estratégico. Isso envolveria duas fases: em primeiro lugar, o reconhecimento dos benefícios potenciais da nova tecnologia e dos perigos da adaptação, em doses homeopáticas, dos sistemas existentes. Em determinadas situações - como é o caso da indústria automobilística - o nível de competição existente no mercado pode levar a tentativas de apressamento do processo de transição através de estratégias incrementais; nesses casos, é extremamente alto o risco de comprometimento dos investimentos com decisões sub-ótimas e que determinam uma "cristalização dos erros"; estes acabam se tornando muito mais dificilmente corrigíveis - ainda que a tecnologia se caracterize por oferecer flexibilidade - do que antes. Oportunidades de mercados podem ser ganhas ou perdidas de maneira quase que irremediável em função de erros estratégicos ou de "timing" inadequado.

Em segundo lugar, o sucesso na implantação depende, como afirma Kaplinsky, do efetivo exercício do "poder que detém o 'management', como representante do capital", para reforçar as mudanças necessárias em tecnologia de produção e métodos", bem como para administrar as resistências que surgem tanto de parte da força de trabalho - através de suas entidades de representação ou mesmo desorganizadamente - e do pessoal intermediário, responsável pela "engenharia do processo de transição", muitas vezes indisposto à mudança na medida em que os métodos que conhece e as qualificações que detém passam a ser inadequados aos requisitos da nova tecnologia.

O sucesso do processo de transição depende, por fim - mas fundamentalmente - do esclarecimento, por parte das direções das empresas, de que novas práticas administrativas, de coordenação ou de abordagem da produção podem ser necessárias, ainda que seu uso não requeira a adoção das tecnologias de automação mais recentes. Nestas técnicas incluem-se conceitos como os de "tecnologia de grupo" ou produção "just-in-time", bem como todo o conjunto de políticas de gestão da produção empregados no Japão e hoje em difusão nas economias ocidentais (o próprio "just-in-time", aplicado no Japão através dos sistemas "kamban", as técnicas de "controle total da qualidade", "zero-perdas", "zero defeitos" etc.).

Mesmo técnicas mais antigas e até recentemente, em muitas empresas, relegadas a plano secundário, como a determinação de tempos-padrão através de sistemas como o MTM ou semelhantes vêm sendo revalorizadas, na medida em que a simplificação e a padronização de tarefas, tanto na esfera da fabricação como nas de projeto e coordenação, são requisitos básicos para a formalização das operações e a posterior construção de modelos que possam ser transformados em software para microprocessadores.

*

*

*

Concluindo, a introdução de tecnologias de automação no período mais recente, se inicialmente se efetivava pontual e incrementalmente, através de automações intra-atividade ou intra-esfera, requer um modelamento global do processo, um projeto integral que antecipe a sua implementação concreta, apesar dos riscos que esta estratégia ainda apresenta.

O ritmo no qual se dará a adoção da nova tecnologia depende da capacidade dos agentes econômicos em superar os obstáculos existentes. Esses obstáculos, como observa Kaplinsky, "têm mais a ver com fatores políticos e sociais (como o poder relativo do capital e do trabalho) do que com fatores tecnológicos", o que torna difícil qualquer previsão. É certo, no entanto, que os parâmetros que orientavam as escolhas tecnológicas estão se alterando rapidamente, em função das novas oportunidades e recursos existentes. Uma decorrência disso, que ser-nos-á útil como uma das hipóteses de trabalho para o estudo de caso, é o fato de que o requisito de integração que caracteriza a nova forma de automação pode fazer com que empresas transnacionais, por exemplo, que operavam em diversos países com a fabricação de diferentes produtos e com processos escolhidos de acordo com as características e vantagens comparativas deste ou daquele país, inclinem-se pela adoção de uma maior uniformização tecnológica - a partir da adoção do novo padrão - em detrimento das vantagens outrora existentes, em nome dos ganhos proporcionados pela escolha estratégica mais global.

CAPÍTULO 3

A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA EM TRANSIÇÃO

A INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA EM TRANSIÇÃO

A indústria automobilística, assim como outras indústrias ou complexos industriais, vem evoluindo através de transformações estruturais que, periodicamente, têm levado à definição de determinados padrões ou paradigmas. Esses paradigmas configuram a forma mais atual, a cada momento, da organização do processo de produção, da tecnologia empregada e das práticas administrativas consideradas mais eficientes pelos produtores, em função do ambiente econômico, político, social e tecnológico que se lhes apresenta.

Abernathy et alii (1983) afirmam que "o reconhecimento de uma continuidade histórica é importante porque sugere que a evolução dos sistemas de produção não ocorre de maneira casual (...). Não importando o quão longe chegam as mudanças em sua tecnologia, o paradigma de produção de uma indústria fica estabelecido relativamente cedo e muda relativamente pouco. Embora óbvias diferenças superficiais no processo chamem a atenção, o observador cuidadoso notará semelhanças básicas subjacentes". Com referência à indústria automobilística, estes autores entendem que "[a seleção entre várias possibilidades] estava contida no sistema de produção implementado por Henry Ford no início do século, para produzir em massa um veículo de baixo custo. Então, como agora, as instalações de todos os principais produtores tomaram como ponto de partida equipamentos, processos e técnicas similares. Essa similaridade persistiu através do tempo (e pode ser vista hoje em fábricas em Tokio, Paris, Detroit e alhures) não porque todas as empresas insistam em copiar-se umas às outras, mas porque todas compreendem igualmente bem a estrutura operacional necessária para a fabricação de automóveis" (pp. 68 e 69).

A identificação de uma uniformidade no "modo de produzir" (ou de "organizar") através do tempo não impede que sejam identificados momentos de ruptura de paradigmas anteriormente adotados, ou mesmo períodos de transição nos quais um novo paradigma se configura. Na verdade, se procurarmos observar em detalhe as diversas plantas montadoras de automóveis hoje existentes, encontraremos diferenças claras entre fábricas instaladas em países diferentes ou mesmo entre fábricas de uma mesma empresa. Por um lado, isto se deve ao fato de que, dado um determinado paradigma, as empresas existentes buscam atingir uma dada estrutura operacional a partir das limitações ou condições de cada mercado específico em que atuam. Por outro lado, o período atual se caracteriza por indicações substantivas no sentido da transição entre o paradigma anteriormente adotado e um novo, ainda não consolidado. O novo paradigma é fruto, basicamente, da associação, a partir do início da década de 70, entre o emprego das novas tecnologias de automação, com base microeletrônica, e a adoção de novas técnicas de gestão do processo produtivo, oriundas do Japão.

A identificação do período atual como sendo uma fase transitória entre dois paradigmas parece constituir-se no ponto de partida mais adequado para a compreensão das semelhanças e diferenças existentes entre plantas diversas e para a identificação do rumo básico que orienta a mudança tecnológica na indústria automobilística.

3.1 - HISTÓRICO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Vários autores propõem diferentes formas de periodização da história da indústria automobilística. Lawrence e Dyer (1983), por exemplo, apontam quatro estágios: o princípio, entre 1890 e 1910, uma fase de crescimento rápido entre 1910 e 1920, um período de consolidação entre 1920 e 1930 e um período de maturidade entre 1930 e 1970.

O período entre 1890 e 1910 caracterizou-se pela fabricação de veículos de alto custo e alto preço final, atingindo um mercado de alto poder aquisitivo que logo esgotou-se, devido ao emprego de processos de produção semi (ou totalmente) artesanais.

Entre 1910 e 1920 a indústria logrou superar os obstáculos estruturais anteriores, a partir do sucesso do esquema implantado por Ford, que permitiu a transição entre a produção por encomenda e a fabricação em massa.

Conforme apontam vários autores, especialmente Abernathy et alii, os princípios empregados por Ford não eram novos; já haviam sido empregados em momentos anteriores e em várias outras indústrias. Para Abernathy et alii, "a real contribuição de Ford foi sua compreensão da estrutura necessária para a fabricação de automóveis e, por extensão, de uma agenda de tarefas essenciais. Mais particularmente, ele viu que a magnitude do empreendimento (fornecendo a muitos milhares de trabalhadores milhares de componentes complexos, feitos com especificações exatas) criava desafios sem precedentes para o planejamento e controle da produção".⁽¹⁾

(1) Sobre os princípios empregados por Ford, vide Ford (1967), Abernathy (1982) e Vargas (1983).

Os resultados obtidos pela Ford tornaram-na o modelo básico perseguido por todas as outras empresas. Ao mesmo tempo, a escala de produção atingida requeria um tal volume de capital para o empreendimento que, como uma espécie de corolário dessa mudança tecnológica/organizaional, houve uma acentuada oligopolização da indústria.

A estratégia de Ford baseava-se estritamente em baixo preço final. A partir da década de 20, porém, A. Sloan consolidou o conglomerado General Motors fabricando "produtos de qualidade vendidos a preços razoáveis" (Jones e Womack, 1985). Em meados dos anos 20, a GM introduz o lançamento anual de novos modelos no mercado, inicialmente apresentando inovações tecnológicas e, em seguida, apresentando, no mínimo, mudanças superficiais, em estilo e cores. Estava, assim, configurado um padrão de organização do processo de fabricação, "fordista", e um padrão de organização do empreendimento e de abordagem do mercado, "sloanista", que, entre outras consequências, deslocou o foco dos investimentos em projeto do processo para o projeto do produto. Ainda que inovações tecnológicas tenham sido introduzidas no processo de fabricação, posteriormente, estas sempre estiveram sujeitas à factibilidade da fabricação dos novos projetos de produto.

O período da década de 20 é marcado, também, pela internacionalização da produção automobilística e pelo incremento da produção para exportação. Em 1929, segundo Altshuler et alii (1984), a Ford já montava veículos em 21 países, enquanto que a GM possuía linhas de montagem em 16.

A partir da consolidação do paradigma "fordista/sloanista", na década de 30, o mercado automobilístico caracteri-

zou-se pela competição "sobre a base de estilo e marketing, mais do que em tecnologia e processos de fabricação", como afirmam Lawrence e Dyer. As inovações introduzidas, apesar de não desprezíveis, foram, até o início da década de 70, incrementais. As inovações voltadas para o processo de fabricação propriamente dito em geral decorreram, neste período, da ampliação dos volumes de fabricação, com a incorporação de mudanças também incrementais.

Os produtores europeus percorreram um caminho semelhante ao dos grandes produtores americanos. A partir do final da Segunda Guerra, as empresas européias tiveram rápido crescimento, empregando uma capacitação tecnológica adquirida a partir da necessidade de atendimento de uma demanda extremamente diversificada. Conforme Altshuler et alii, os europeus investiram "em muitas soluções técnicas diferentes, para diferentes necessidades de projetos de produtos". A partir dos anos 50, essa capacitação, especialmente no que refere a veículos pequenos, permitiu a internacionalização da produção de veículos europeus, através da instalação de plantas em países em fase de industrialização.⁽¹⁾

(1) É o caso do Brasil, onde considera-se que o primeiro veículo fabricado no país, em 1959, foi um modelo produzido por uma empresa de origem alemã.

3.2 - NOVAS FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: O MODELO JAPONÊS

A partir do início da década de 70 a indústria automobilística japonesa, até então incipiente, iniciou um processo de expansão que a levou a suplantiar os produtores americanos em volume produzido. O "fenômeno" japonês não fica, porém, restrito ao desenvolvimento dessa indústria; na verdade, o complexo automobilístico japonês lançou as bases do que hoje se configura como o novo paradigma da indústria automobilística.

O governo japonês, a partir do final da Segunda Guerra, teve um papel significativo na reconstrução da indústria japonesa sobre novas bases, principalmente através da introdução de barreiras tarifárias e da proibição de propriedade estrangeira. Ao mesmo tempo, o aporte de capital americano forneceu o substrato para o financiamento de uma nova estrutura produtiva. A nova indústria automobilística japonesa adotou, conforme apontam Jonas e Womack e Altshuler et alii, "as melhores práticas de gestão dos EUA e a última tecnologia de produto sob licença na Europa". A incorporação desses fatores ocorreu, no entanto, de forma adaptada às condições japonesas: espaço exíguo, pouca oferta de materiais e energia. Aliado a isso, havia a "capacidade japonesa de trabalho em grupo", o que levou a uma "síntese única, do sistema de produção 'just-in-time' com o 'controle total da qualidade'" (Jones e Womack, 1985). O Japão acabou por criar um sistema de organização industrial bastante diverso do encontrado no Ocidente, que engloba desde o papel do governo, a associação entre produtores para resolver problemas tecnológicos e um perfil de mão-de-obra também extremamente diferenciado.

A produção automobilística no Japão teve um salto de 692,2 milhões de unidades produzidas em 1965 para 3.178,7 unidades em 1970, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 3.1
PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS POR REGIÕES
 (em milhares de veículos)

	A N O S						
	1960	1965	1970	1975	1978	1980	1982
América do Norte (EUA e Canadá)	7 000,6	10 016,3	7 490,6	7 762,0	10 315,4	7 222,3	5 860,3
Europa Ocidental	5 119,7	7 519,4	10 378,6	9 325,5	11 320,8	10 371,8	10 269,7
Japão	165,1	696,2	3 178,7	4 568,1	5 748,3	7 038,1	6 886,9
Europa Oriental	272,5	410,3	701,4	1 768,5	2 065,3	2 117,8	1 972,0
Resto do Mundo	427,3	639,3	1 006,2	1 532,6	1 776,0	1 889,2	1 616,5
<u>TOTAL MUNDIAL</u>	<u>12 985,2</u>	<u>19 281,5</u>	<u>22 755,5</u>	<u>24 956,7</u>	<u>31 225,8</u>	<u>28 639,2</u>	<u>26 605,4</u>

FONTE: Altshuler et alii, 1984.

Se em 1960 os produtores japoneses não produziam nenhum automóvel para exportação, em 1970 o total de exportações já era de 700 mil veículos (400 mil para a América do Norte) e em 1980 era de 3,9 milhões de veículos (2 milhões para os EUA).

Os dados relativos a custos do automóvel japonês comparativamente ao norte-americano apontam vantagens estima-

das em US\$ 1 200 a US\$ 1 500 em 1979, US\$ 2 500 em 1983 e US\$ 1 900 em 1986, por unidade de veículo pequeno. (1)

Segundo Jones e Womack, os japoneses não apenas reduziram o número de horas necessárias para montar um carro (de 250 horas para 130), mas redirigiram o foco de atenção da busca de melhorias de produtividade para a eficiência na combinação desses fatores em uma seqüência integrada de operações de fabricação.

O esquema empregado pelos japoneses alia técnicas de organização da fabricação, relacionamento estreito entre montadores e fornecedores, uma nova forma de organização do complexo industrial e uma forma particular de relacionamento com a mão-de-obra. Estes aspectos, somados, a partir de meados da década de 70, com uma crescente adoção de tecnologias de automação de base microeletrônica, configuram o novo paradigma que vem orientando as estratégias de todos os produtores mundiais.

A lógica básica do esquema japonês é o desenvolvimento de um fluxo contínuo, da folha de aço à entrega ao consumidor, sem nenhum estoque ou "buffer" no caminho. Este fluxo deve ser finamente sintonizado, de maneira a eliminar o maior número possível de defeitos, dando conta, simultaneamente, da eliminação de retrabalhos e da obtenção de melhorias em qualidade dos produtos finais.

(1) Estimativa de 1979 em Abernathy et alii (1983) p. 63 e de 1983 e 1986 em "High tech to the rescue (special report)" Business Week, June, 1986, p.87.

O sistema "just-in-time" (JIT)⁽¹⁾ é considerado um dos pontos fundamentais da administração da produção no Japão. Seu objetivo é a redução dos estoques, inclusive os intermediários, o que, além da evidente redução de custo de estoques, acaba gerando algumas outras alterações profundas na gestão do processo produtivo. O conceito básico do "just-in-time" é "fabricar e entregar produtos no momento certo de serem vendidos, submontá-los no momento certo de montá-los nos produtos acabados, fazer peças no momento certo de entrar nas submontagens e finalmente adquirir materiais "apenas a tempo" de ser transformados em peças fabricadas" (Schonberger, 1983).

O sistema JIT tem importantes repercussões sobre a política de compras e sobre o relacionamento da indústria automobilística com seus fornecedores. Torna-se necessária uma prática de entregas diárias ou mesmo mais de uma vez por dia, sempre que as montadoras solicitarem, em volumes pequenos mas com a qualidade de tal modo assegurada que em muitos casos torna-se desnecessária a realização de inspeções e o fornecedor pode entregar diretamente na linha de montagem, viabilizando a idéia de um fluxo contínuo. Assim, o relacionamento entre os produtores de peças e componentes e as montadoras tem que ser estabelecido a partir de uma maior confiança e estabilidade, o que beneficia a ambos.

Schonberger define as seguintes características dos sistemas de compras JIT, as quais adaptamos às características da indústria automobilística:

(1) Este trecho (a respeito do sistema "just-in-time") foi extraído de Zilbovicius et alii (1986) e baseado em texto produzido por José Roberto Ferro.

- fornecedores de peças e componentes (poucos e em alguns casos, um único para uma mesma montadora; proximidade e concentração física das montadoras, garantia de contrato estável sem ameaça de verticalização das montadoras, esforço conjunto para redução de custos, estímulo à utilização do JIT para os próprios fornecedores das empresas de auto peças);
- quantidades (volumes de produção constantes, entregas frequentes em lotes pequenos, contratos de fornecimento de longo prazo, mínimo trabalho burocrático com papelada, entregas variando uma a uma, fornecedores encorajados a embalar as quantidades exatas e a produzir lotes menores);
- qualidade (especificações mínimas impostas aos produtores de autopeças, auxílio mútuo para atender às especificações, relação próxima entre o pessoal de qualidade das montadoras e das autopeças, autopeças estimuladas a utilizar gráficos de controle do processo ao invés de inspeção por montagem);
- transporte (programação de fretamentos conjuntos entre montadoras e autopeças).

Abernathy et alii (1981) resumem sete fatores principais que justificam a maior produtividade dos japoneses no quadro a seguir (3.2):

Quadro 3.2

SETE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE:
COMPARAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DE PRODUÇÃO, TECNOLOGIA
E ADMINISTRAÇÃO DE PESSOAL

FATOR	DEFINIÇÃO	PRÁTICA COMPARADA JAPÃO EM RELAÇÃO AOS EUA
-------	-----------	---

Administração de Produção

Rendimento do Processo	<p>Variação das taxas de produção em linhas convencionais de manufatura; produção de peças por hora de uma linha, máquina ou grupo de trabalho.</p> <p>Determinantes importantes são os tempos de ciclo de máquina e a confiabilidade do sistema afetados por métodos de controle de materiais, práticas de manutenção e padrões de operação.</p>	<p>Controle da produção e de materiais minimiza os estoques, reduz os refugos e traz à tona os problemas. As paradas nas linhas destacam as dificuldades e ajudam a eliminar os defeitos. Operadores realizam manutenção de rotina. Existência de 2 turnos de trabalho ao invés de 3 possibilita uma melhor manutenção.</p>
Sistemas de Qualidade	<p>Série de controles e planos de inspeção para assegurar que os produtos sejam fabricados dentro das especificações.</p>	<p>Japoneses usam menos inspetores. Parcelas de autoridade e responsabilidade são deixadas ao operário e ao supervisor. Boa relação com os fornecedores e elevadíssimos padrões levam a menor inspeção de matérias-primas, peças e componentes na chegada.</p>

Tecnologia

Automação do Processo	<p>Introdução e adaptação de equipamentos de fabricação mais avançados.</p>	<p>O estado geral da tecnologia é comparável. Os japoneses usam mais robôs. Suas instalações de estampagem são mais automatizadas do que a média das americanas.</p>
-----------------------------	---	--

Projeto do Produto	Diferenças na maneira em que o carro é projeto para um determinado segmento de mercado; aspectos que afetam a produtividade: tolerâncias, número de partes, métodos de ajustes etc.	Os japoneses têm mais experiência na produção de carros pequenos e têm enfatizado projeto para "manufacturability" (manufaturabilidade), isto é, produtividade e qualidade. Os novos modelos americanos (Escort, J da GM) são os primeiros com especificações de projeto e manufatura comparáveis aos japoneses.
--------------------	---	--

Administração de Pessoal

Absenteeísmo	Tempo total do empregado fora do local de trabalho, incluindo razões justificadas, injustificadas, pessoais, médicas, contratuais etc.	Ausências previstas em contrato são compatíveis; ausências injustificadas são muito maiores nos EUA.
Estrutura de Cargos	Tarefas e responsabilidades incluídas nas definições dos cargos.	A prática japonesa é criar cargos com maior amplitude (mais tarefas ou habilitações por cargo) e profundidade (maior envolvimento no planejamento e controle das operações). Estrutura de cargos mais ampla. Operários na produção realizam trabalho mais qualificado. Níveis gerenciais são em menor número.
Ritmo de Trabalho	Velocidade em que os operários realizam suas tarefas.	Evidências não permitem conclusão. Algumas linhas são mais rápidas, outras parecem ser mais lentas.

FONTE: Abernathy et alii (1981), citado também em Zilbovicius et alii (1986).

É importante notar que a reorganização produtiva efetuada para a operação segundo o sistema "just-in-time" é, como aponta Salerno (1985), "meio caminho andado para a automação de operações fabris". A meta seria, assim, implementar os conceitos essenciais de automação e integração em instalações com ou sem equipamentos de automação. Estes equipamentos, porém, seriam facilmente absorvidos em linhas organizadas segundo o "just-in-time", já que os conceitos básicos de automação estariam previamente presentes.

3.3 - O PANORAMA TECNOLÓGICO ATUAL

A tecnologia de automação microeletrônica - ao lado das técnicas de organização e gestão oriundas do modelo japonês - vem sendo o paradigma orientador das estratégias de todos os produtores de automóveis no mundo, ainda que não de maneira uniforme ou homogênea.

Uma das principais características do atual "estado-da-arte" na indústria automobilística, decorrente da adoção do novo paradigma, é a ênfase maior na capacitação em engenharia para o desenvolvimento de projetos de processos mais adequados às condições de mercado nas quais as empresas operam. Se até meados da década de 70 a estratégia de competitividade basicamente dependia de investimentos em engenharia do produto final, atualmente é a forma de produzir que define, em grande parte, as condições de competitividade das empresas.

Isso não significa que os investimentos no desenvolvimento de tecnologias de produto tenham sido abandonados. Na verdade, o automóvel que é produzido e comercializado atualmente é bastante diferente do automóvel dos anos 20 ou mesmo dos anos 50. Segundo Altshuler et alii, as questões mais relevantes para o projeto dos veículos vêm sendo a redução do consumo de combustível (desde os choques energéticos de 1974 e 1979), a segurança dos passageiros e a redução da poluição ambiental. Além disso (ou ligados a isso) encontram-se os desenvolvimentos em novos materiais (plásticos e materiais compostos).

A natureza do automóvel moderno é crescentemente modular; as interações entre os vários sistemas que o compõem

são cada vez mais complexas e "a harmonização entre estes sistemas seria por si só complexa, ainda que a tecnologia de cada um dos sistemas nunca mudasse" (Altshuler et alii, 1984). Segundo estes autores, o trabalho de engenharia de produto na indústria automobilística divide-se em duas partes: primeiro, os engenheiros desenvolvem tecnologias que são armazenadas em algo como uma "prateleira", e que podem ser utilizadas modularmente no momento adequado; posteriormente as tecnologias são retiradas dessa "prateleira" e efetivamente aplicadas. Para incorporar qualquer novo sistema relevante, em um novo modelo, depois deste ter sido completamente desenvolvido na forma de protótipo, leva-se quatro anos em média. Por isso, os projetistas de automóveis tenderiam a adicionar novos sistemas, um de cada vez. Em situação de competição acirrada - como é o caso no momento - este prazo é extremamente elevado, o que leva as empresas a adotarem tecnologias de automação da esfera de projeto e de integração entre projeto e fabricação, através de dispositivos tipo CAD, CAD/CAM e, em última instância, a automação inter-esferas, de modo a reduzir este prazo.

Para Altshuler et alii, o choque energético e a questão da poluição ambiental são exemplos de momentos em que as inovações saem da prateleira. Os avanços técnicos em termos de engenharia de produto na fase atual seriam devidos a três condições: mudanças dramáticas no ambiente de operação (demanda do mercado por menor consumo de combustível e menor emissão de poluentes); intensa competição no mercado: as principais armas para isso seriam a diferenciação de produtos e "um sistema superior de fabricação", redução de custos com melhoria de qualidade e flexibilidade crescente; por fim, o desenvolvimento exógeno de tecnologias com aplicação potencial na indústria automobilística. Este último aspecto é menos conside-

rado, mas pode ser de grande importância para a implementação de inovações em termos de produtos. Como afirmam Altshuler et alii, "quando uma verdadeira inovação 'de época' aparece, como o microprocessador, sua adoção por todo o horizonte industrial parece ser irresistível, mesmo na ausência de mudanças ambientais ou de competição intensa. O desafio intelectual de algo novo parece criar 'moda' na indústria, assim como entre os consumidores. Desse modo, são encontradas aplicações para tais tecnologias mesmo onde a maior 'boa-vontade' seria necessária para discernir uma necessidade verdadeira. Atualmente, os microcomputadores estão provando ter um enorme "appeal" para os projetistas de veículos e engenheiros de processos de produção".

Conforme os mesmos autores, a reposição de tecnologias referentes a protótipos de produtos e a inovações voltadas para os veículos é necessariamente marcada por processos de tentativa e erro, bem como por descontinuidades e vazios. Muitas inovações repousam na prateleira à espera de novas rupturas ou mudanças nas condições de mercado. A introdução incremental de inovações deverá ser, - segundo estes autores - no que se refere a produtos, o padrão da indústria automobilística no próximo período. No caso de novos conceitos que possam ser facilmente introduzidos, as mudanças podem ser mais rápidas, em áreas que exerçam menor pressão.

O aspecto mais relevante que tem tido interferência na atividade de engenharia na indústria automobilística é o da interface entre a engenharia de produto e a engenharia de processo. Essa interface é afetada a partir do momento em que a forma de produzir o automóvel passa a ser tão ou mais relevante que suas características enquanto produto. As recentes

condições do mercado e da tecnologia na indústria automobilística têm reforçado a necessidade dessa interface mais estreita, através do conceito do "design for manufacture" ou projeto para a fabricação.

À complexidade intrínseca do "projetamento" do automóvel vem se associar a preocupação - já existente anteriormente, mas agora bem mais acentuada - com a sua "produzibilidade" em condições adequadas às necessidades de curto prazo de projeto e de alto padrão de qualidade. As flexibilidades obtidas através dos dispositivos e equipamentos baseados em automação microeletrônica não são infinitas; cabe adequar o projeto do produto para explorar as possibilidades do complexo da fabricação. É o caso, por exemplo, se forem comparados o projeto do perfil de uma carroceria em função apenas de determinados padrões de estilo, e o projeto do mesmo perfil levando em conta a possibilidade (ou necessidade) de realização de pintura interna de carroceria por meio de robôs: em um ou outro caso, o perfil obtido pode ser diferente, em função do processo de fabricação que será empregado.

O sucesso competitivo de um produtor automobilístico dentro das atuais condições de mercado e de desenvolvimento tecnológico dependem, basicamente, da competitividade dos produtos oferecidos em termos de preço e qualidade, bem como de estilo, imagem, performance e confiabilidade, e de um sistema de produção competitivo em custo, flexibilidade e precisão. Muitas vezes a imagem do produto associa-se à imagem do produtor e do sistema de produção no qual é fabricado o veículo - a propaganda do emprego de novas tecnologias, de base microeletrônica, tem sido fortemente usada pelos setores de

marketing das empresas.⁽¹⁾

Segundo Altshuler et alii, "a tecnologia de produção do automóvel ficou estável por quase todo o pós-guerra; em consequência, os sistemas de produção eram capazes de usar níveis de automação cada vez maiores para componentes mecânicos (como motores e transmissões) que não mudaram por muitos anos.⁽²⁾ Em contraste, grande quantidade de trabalho semi-qualificado era empregado na armação (funilaria) e montagem final, para acomodar as mudanças anuais nos produtos. Sob este sistema, os pesados investimentos em automação restringiram as inovações em motores e outros componentes mecânicos, porque o maquinário de produção era quase inflexível. Mesmo uma pequena mudança no produto poderia fazer com que estas máquinas, extremamente caras, ficassem obsoletas. Isso levava a altas vantagens de economia de escala em altos volumes de produção, porque o custo mais baixo por unidade de motor produzido era obtido a taxas de centenas de milhares de motores produzidos anualmente (...)"

Com a adoção dos recursos oferecidos pela automação de base microeletrônica, este quadro modificou-se, tendo sido "substituído pela capacidade do microprocessador em tornar os equipamentos de fabricação muito mais flexíveis", como observam Altshuler et alii.

(1) Albernathy et alii (1983), pág. 101 e 144/145 apontam o crescimento dos investimentos dos produtores americanos em marketing de tecnologia a partir dos anos 80 e 81, com referência à tecnologia incorporada nos produtos e à tecnologia em geral.

(2) Os autores referem-se à automação fixa, ou dedicada, conforme capítulo 2, item 2.1.

As vantagens oferecidas pelas tecnologias de automação de base microeletrônica acoplam-se perfeitamente às condições que o mercado automobilístico tem colocado aos produtores. A taxa de mudança que se verificará nessa indústria depende de vários fatores: a situação financeira das empresas e sua disponibilidade de capital, a aceitação ou não por parte da força de trabalho e a evolução futura dos mercados são condicionantes da evolução do aprofundamento dessa paradigma. A adoção das práticas japonesas é também parte integrante desse paradigma, em função dos resultados obtidos pelos produtores japoneses, tanto ao nível do piso da fábrica como em termos da organização do complexo industrial automobilístico.

O processo de incorporação das novas tecnologias na indústria automobilística tem percorrido um caminho que acompanha os tipos de automação definidos por Kaplinsky (1985). Têm sido feitas inovações incrementais do tipo intra-atividade e/ou inter-atividade nas esferas de fabricação e projeto, em um primeiro momento. Na fabricação, isso tem ocorrido através da introdução de equipamentos como robôs, controladores programáveis, comandos numéricos e centros de usinagem nas fases de estamparia, armação, usinagem de componentes e agregados e na fase de pintura. Mais recentemente, têm sido feitos investimentos em termos de montagem final, bem como de transferência de materiais. Na esfera de projeto, as empresas têm investido fortemente em sistemas do tipo CAD, tanto na engenharia de produto como de processo, buscando interligar essas duas atividades.

Em um segundo momento, as empresas têm buscado fazer incursões em termos de automação inter-esferas, a partir da automação em atividades na esfera da coordenação, que ocor-

rem simultaneamente à integração entre as esferas de projeto e fabricação. É então que surgem as aplicações do tipo CAD/CAM e CIM, objetivando integrar todas as atividades e esferas.

É no momento em que se chega à percepção de que não há - ou não pode haver - um "continuum" quando se percorre o caminho da introdução da automação, devido ao fato de que a automação inter-esferas requer um salto qualitativo em relação às fases anteriores, que a modernização das plantas tem enfrentado problemas. Em primeiro lugar, os conceitos de CIM ou de "fábrica do futuro", apesar de perseguidos, não são completamente claros para os administradores das mudanças; além disso, sua implementação real depende de um conjunto de atividades ainda mal definidas concretamente; há obstáculos (como vimos no capítulo 2) associados à incorporação da nova tecnologia, que crescem geometricamente à medida em que cada empresa se aproxima dos níveis mais altos de integração.

A existência, a priori, de plantas e instalações construídas segundo os parâmetros vigentes até meados da década de 70 tem sido outro obstáculo à introdução das novas tecnologias, ao menos a partir da fase de automação inter-esferas. Há muitas discussões, nos meios empresariais e acadêmicos, a respeito das possibilidades de implementação gradual das novas tecnologias em instalações pré-existentes. Em recente encontro mundial de pesquisadores e executivos de alto nível hierárquico de empresas montadoras, um dos temas abordados foi a eventual vantagem da construção de novas plantas que sejam projetadas já segundo os novos princípios decorrentes do novo paradigma (fábricas denominadas pelas empresas de "green-fields"), em relação a adaptação gradual de fábricas mais velhas, existentes tanto nos países desenvolvidos ocidentais

quanto - e principalmente - nos países menos desenvolvidos (fábricas denominadas de "brown-fields").⁽¹⁾

(1) C.O. feita por um dos participantes do encontro, José Roberto Ferro. O encontro realizou-se em maio de 1987, no Canadá.

3.4 - NOVAS ESTRATÉGIAS DAS EMPRESAS MONTADORAS

A saturação dos mercados tradicionalmente consumidores de automóveis nos países desenvolvidos, a crescente complexidade dos processos de projeto e de fabricação e a necessidade de constante atualização em relação às tecnologias que configuram o paradigma atual dessa indústria têm levado os grandes produtores mundiais a redefinirem algumas de suas estratégias de operação, especialmente no que se refere ao relacionamento com os concorrentes e à divisão de trabalho no interior das corporações transnacionais.

A primeira estratégia significativa e recente refere-se ao estabelecimento de vínculos entre produtores concorrentes que eram, até pouco tempo atrás, inimagináveis. Estes vínculos vão desde a realização do comércio de componentes e subconjuntos e a subcontratação de serviços até o licenciamento de projetos de veículos de propriedade de um produtor para a fabricação por outro produtor e a instalação de novas plantas, de propriedade conjunta, para co-produção de veículos completos. Estas estratégias se justificam pela possibilidade de aproveitamento de capacitação e experiência de cada um dos produtores em termos tecnológicos ou organizacionais: é o caso da associação entre empresas como Volkswagen (alemã) e Nissan (japonesa) para a fabricação de um modelo alemão na China ou entre General Motors (americana) e Toyota (japonesa) para a instalação de uma nova planta nos EUA. Mais recentemente, também no Brasil e na Argentina estabeleceu-se a associação entre duas montadoras.

As associações entre empresas ocidentais e orientais oferecem vantagens para ambos os lados: as corporações ociden-

tais ganham em termos de absorção das técnicas de gestão japonesas e as corporações japonesas passam a atingir mercados de difícil acesso. As associações, em geral, além disso, permitem a obtenção de ganhos de escala e um amortecimento da concorrência, através de um melhor ordenamento do mercado. De qualquer modo, os empreendimentos conjuntos, o comércio interconcorrentes e os licenciamentos têm sido cada vez mais viáveis em função justamente do processo de uniformização tecnológica em curso.

Outra das estratégias surgidas recentemente refere-se ao chamado "carro mundial". A expressão "carro mundial" causa certa confusão, porque engloba dois conceitos diversos: o "projeto mundial" e a "fabricação mundial". Ribeiro (1984), por exemplo, aponta o carro mundial como sendo decorrência da crescente complexidade da atividade de engenharia associada à fabricação de um automóvel: essa complexidade levaria à divisão de trabalho entre os vários departamentos de engenharia de uma mesma empresa espalhados por diversos países. Este autor relata o caso do Escort, carro mundial da Ford, para o qual teriam sido divididas responsabilidades entre "Alemanha (estilo e um tipo de carroceria), EUA (carroceria), Inglaterra (um tipo de motor), França (transmissão) e Brasil (outro tipo de motor, suspensão e uma série de outros componentes)".

A "fabricação mundial", por outro lado, refere-se à troca de componentes e subconjuntos fabricados em diferentes países por fábricas de uma mesma empresa, para montagem final em um dado país onde o produto é vendido. A "fabricação mundial" pode referir-se ainda a veículos iguais que são comercializados em diversos países, independentemente da origem de seus componentes. A Volkswagen, por exemplo, entende

que emprega este conceito desde a década de 40, comercializando em vários países o modelo Sedan (Fusca).

Alguns analistas da indústria (Abernathy et alii, 1983) entendem que o novo paradigma tecnológico da indústria automobilística tende a levar a um aprofundamento da diferenciação entre os modelos apresentados ao mercado por parte de um mesmo produtor, o que viria de encontro ao conceito de carro mundial. A questão é, enfim, polêmica, e isto parece ser decorrente do caráter transitório do momento presente da indústria.

Os produtores japoneses não têm empregado a estratégia de projeto mundial, talvez porque não estejam ainda com sua produção internacionalizada nos mesmos níveis dos produtores ocidentais. Lentamente, no entanto, têm aproveitado as vantagens de economia de escala associadas à fabricação internacionalizada. A estratégia do carro mundial parecer ser, no momento, em relação ao aspecto "projeto mundial", uma estratégia de economia de escala empregada pelas montadoras transnacionais ocidentais para fazer frente à competitividade dos produtores japoneses, dada a elevada turbulência do mercado e à necessidade de redução do tempo decorrido nas fases de projeto e pré-série de fabricação dos novos modelos.

O novo quadro apresentado pela indústria automobilística tem afetado também o relacionamento entre matriz e filial no interior de cada grupo transnacional.

O processo de adoção do novo paradigma tecnológico e organizacional depende das condições específicas apresentadas por esta ou aquela planta, em função de sua história ante-

rior. Isto leva, nos casos das instalações existentes nos países menos desenvolvidos, a dificuldades para a incorporação das novas tecnologias.⁽¹⁾ As plantas existentes nesses países, além de atenderem ao consumo do mercado interno, têm-se voltado para a exportação de parte de sua produção, seja para desfrutar de vantagens oferecidas por governos que necessitam realizar superávits de balança comercial (como é o caso do Brasil), seja em função do aproveitamento de vantagens comparativas tradicionalmente apresentadas pelos insumos nesses países (materiais-primas ou mão-de-obra).

As direções das filiais dos países menos desenvolvidos mostram-se, por outro lado, ansiosas por incorporar as inovações tecnológicas e organizacionais adotadas pelas matrizes: apenas desse modo podem produzir veículos que sejam competitivos nos mercados externos. Os centros de decisão das transnacionais, por sua vez, relutam em investir nesses países, em função da redução relativa das vantagens comparativas outrora apresentadas, dado o novo paradigma da indústria.

O que vem ocorrendo, como resultante, é que o caráter relativamente homogêneo das novas tecnologias e a necessidade de integração entre operações tem levado à realização de investimentos nas instalações dos países menos desenvolvidos que apontam para o mesmo caminho adotado nos países desenvolvidos. Como observa Tauille (1986), "a comparação entre as modernas montadoras dos países mais industrializados e as que operam no Brasil mostra que as diferenças residem muito mais no nível da automação microeletrônica do que na qualidade des-

(1) Estas plantas são, na terminologia apresentada no item 3.3, consideradas "brown-fields", em comparação com as plantas mais novas dos países desenvolvidos.

ta (...) não se usa aqui no Brasil maquinaria menos sofisticada ou de operacionalidade limitada. Usa-se, sim, a mesma tecnologia a um nível (quantidade) menor e a um ritmo (difusão) mais lento por razões econômicas mais que legais (mercado restrito e retraído de um lado e baixo custo da mão-de-obra de outro). Perdem-se, com isto, as economias provenientes da integração sistêmica dos equipamentos de automação microeletrônica".

A empresa transnacional instalada em um país menos desenvolvido, através de uma filial, parece desempenhar, cada vez mais, um papel de ponte ou elo de ligação entre o mercado tecnológico nos países desenvolvidos e nos países menos desenvolvidos. A lógica da escolha tecnológica realizada pela direção da filial tende a ser, cada vez mais, uma lógica que reúne critérios e métodos adequados aos países centrais, em busca da atualização tecnológica, mas que é matizada pelas condições locais nas quais a empresa opera. Assim, parece necessário identificar três aspectos ou níveis que podem conformar a escolha tecnológica nessas filiais: a lógica maior do setor automobilístico, caracterizada pelo paradigma vigente, a lógica particular do grupo transnacional, que tem suas estratégias particulares de acesso a mercado e de acoplamento de atividades entre várias filiais e a matriz e, por fim, a lógica da filial, influenciada pelo mercado local, pelas condições específicas do sistema de produção disponível na planta, pelo comportamento do mercado automobilístico local e, "last but not least", pelo mercado tecnológico local - a capacidade do mercado de fornecedores locais de insumos, componentes e equipamentos de fabricação (bens de capital) de atender aos requisitos apresentados pela empresa.

É a partir da identificação desses três níveis e da localização de cada escolha ou decisão tomada em relação a estes que se torna possível indicar as razões subjacentes a cada movimento efetuado pelas empresas dentro do quadro da transição.

3.5 - PERSPECTIVAS

Segundo Altshuler et alii, a visão corrente no final da década de 70 a respeito da configuração futura da indústria automobilística era formada por algumas hipóteses básicas: a) o padrão mundial seria a produção de veículos leves e pequenos, devido às pressões por conservação de energia e proteção ambiental. Todos os veículos seriam pequenos e semelhantes (carro mundial); b) a competição no mercado com este tipo de produto seria crescentemente baseada em preço. Alto volume de produção seria a chave para a obtenção de baixos custos; c) a fabricação se transferiria dos países desenvolvidos para os países menos desenvolvidos, devido ao aproveitamento dos baixos salários para a redução dos custos de fabricação.

A partir do advento do novo paradigma tecnológico - organizacional, bem como das novas condições dos mercados, estes autores identificaram quatro fatores que alteram essa visão do futuro: a) a introdução de métodos de fabricação flexíveis controlados por microprocessadores; b) a pronta disponibilidade de novas tecnologias de produto; c) a emergência de um novo sistema para a organização social do processo de produção (o esquema japonês); c) a recusa do mercado em fixar-se em um único tipo e tamanho de veículo.

Do ponto de vista da fabricação, o que se modificou foi a escala econômica de produção: se anteriormente era necessário, como informam Altshuler et alii, produzir algo em torno de 240 000 unidades de um mesmo modelo de veículo por ano, a dois turnos de trabalho, para atingir um custo marginal adequado, atualmente uma planta pode ser altamente eficiente "se o volume acumulado de produção de uma série de modelos indivi-

duais ficar por volta de 240 000 unidades". Rattner (1986) aponta que as plantas montadoras na Coreia do Sul têm seu nível ótimo de capacidade instalada em níveis de 120 000 veículos ao ano. Além disso, o atingimento de determinados graus de automação inter-esfera permite que o número total de unidades de um mesmo modelo individual de veículo que devem ser produzidas durante seu período de vida seja reduzido.

No que se refere à tecnologia de produtos e à demanda dos mercados, os autores entendem que a diferenciação de produtos - possível devido à flexibilidade apontada acima - deverá se aprofundar, com a incorporação de inovações de uma prateleira longe de se esgotar.

Por fim, o modelo japonês de organização e gestão deverá ser seguido, embora com dificuldades, devido à intransferibilidade de determinadas condições existentes no Japão; este tem sido um desafio não só para os produtores ocidentais como para os próprios japoneses, na medida em que pretendem internacionalizar sua fabricação.

No que se refere aos países menos desenvolvidos, a obtenção de competitividade em mercados externos depende do grau de adoção do paradigma internacional. Se, por um lado, a adoção deste paradigma pode agravar determinados problemas locais, já que as novas tecnologias são poupadoras de mão-de-obra (ao menos em relação à mão-de-obra semi e não qualificada), por outro lado, o caráter central, do ponto de vista da difusão tecnológica, da indústria automobilística nos países menos desenvolvidos aponta para a necessidade de adoção do novo paradigma, em função de interesses tanto por parte das direções locais das filiais das transnacionais como por parte

das empresas fornecedoras dessa indústria, na medida em que o setor automobilístico tem um papel de multiplicador de investimentos e proporciona ou pressupõe, de um modo ou de outro, o crescimento econômico.

CAPÍTULO 4

O ESTUDO DE CASO

4.1 - METODOLOGIA E CONDICIONANTES DA PESQUISA DE CAMPO

Para a realização de um estudo de caso que permitisse compreender a forma concreta através da qual se desenvolve o processo de transição da forma tradicional de organização da produção rumo ao paradigma tecnológico-organizacional que vem se materializando na indústria automobilística a nível mundial, escolhemos uma das fábricas - a maior - de uma empresa montadora de automóveis situada no ABC paulista que, como todas as outras montadoras instaladas no Brasil, é filial de um grupo transnacional.

Tomamos como objeto central de análise o setor de engenharia da empresa e, dentro deste, a área de engenharia de processos. Nosso objetivo específico na pesquisa de campo foi compreender e analisar o processo de trabalho nesta área, bem como examinar os vínculos e interfaces que se estabelecem entre este setor e os demais setores da empresa que têm alguma relação com o desenvolvimento de atividades concernentes à geração; armazenamento, capacitação e transferência de tecnologia, local ou internacionalmente.

Para a compreensão da lógica da escolha tecnológica na empresa no que se refere à incorporação de tecnologias relacionadas à informática e à automação programável, buscamos analisar a forma como essa lógica se materializa através da ação dos vários agentes técnicos da empresa, buscando identificar os limites e a abrangência da engenharia no que se refere às decisões por ela tomadas ou implementadas. Conforme aponta Fleury (1985), "as políticas são enunciadas em retórica; são realizadas na ação. Os criadores e administradores das organizações promulgam definições estratégicas, mas a tarefa

real de atingimento dos objetivos de uma organização recai no nível mais baixo da hierarquia administrativa". Esta afirmação reflete com precisão o enfoque adotado para a realização da pesquisa de campo.

Para a realização da pesquisa permanecemos durante aproximadamente um mês em um dos departamentos de engenharia de processos da fábrica - o departamento de planejamento de armação - no qual acompanhamos de perto as atividades de trabalho, e realizamos entrevistas com técnicos e engenheiros de todos os departamentos de engenharia de processos, com elementos de setores de desenvolvimento de sistemas em computador para aplicações industriais, além de setores como compras, programação e controle da produção, fluxo de materiais, qualidade e ainda a ferramentaria.

As entrevistas foram realizadas a partir de um roteiro previamente definido, porém sem a apresentação de questionários estruturados aos entrevistados. Consideramos que o uso de questionários estruturados, nesse caso, seria inadequado, devido à perda de riqueza das informações que podem ser obtidas através de uma conversação natural e a uma tendência dos entrevistados a empregar uma linguagem extremamente genérica para o trato de questões ligadas ao processo de modernização tecnológica e em particular à automação. Além disso, os entrevistados tendem também a manter segredo em relação a uma série de informações, para o que a linguagem genérica os auxilia bastante. Os indivíduos entrevistados consideram-se, em sua maioria, portadores de informações sigilosas, cuja divulgação poderá comprometer sua posição dentro da organização ou mesmo a posição da empresa frente a seus interlocutores principais; o sindicato, o governo, o mercado consumidor, a con-

corrência etc. A preocupação com o sigilo era manifestada a todo momento e aparecia claramente como algo que faz parte da visão que os técnicos entrevistados têm de si mesmos e da empresa; ⁽¹⁾ poucas vezes as informações que explicitamente nos foram negadas eram realmente sigilosas: algumas já haviam sido veiculadas em órgãos da imprensa especializada e outras, negadas por um dos entrevistados, eram fornecidas por outro, cuja visão sobre o que deveria ou não ser negado era diferenciada devido ao diferente nível ocupado pelo indivíduo na organização. No entanto, nem todas as informações solicitadas foram de fácil obtenção. Durante todo o período da pesquisa de campo fomos acompanhados por um dos engenheiros da área de armação, que coordenou nossa programação de entrevistas e participou de quase todas elas. Em certos casos, sua presença enriquecia a entrevista, na medida em que se configurava uma situação de diálogo a qual podíamos acompanhar, entre elementos de áreas diversas. Em outros momentos, entretanto, a presença deste acompanhante inibia o desenvolvimento da entrevista, por dificultar a livre expressão de um ou outro entrevistado.

Quase todas as entrevistas realizadas foram gravadas. ⁽²⁾ Nos capítulos seguintes utilizamos em muitos pontos citações "ipsis literis" das declarações colhidas, objetivando reproduzir não apenas as informações fornecidas, mas também o cotidiano da atividade de trabalho dos engenheiros: a linguagem corrente exprimiu, muitas vezes, maior clareza ou maior riqueza do que a linguagem formal.

(1) Voltaremos a tratar desse aspecto - a dimensão cultural ou subjetiva do corpo técnico - no capítulo 9.

(2) As gravações foram realizadas apenas nos casos de aquiescência dos entrevistados.

As entrevistas realizadas proporcionaram, de maneira geral, uma razoável compreensão do universo de trabalho dos entrevistados e puderam desenvolver-se, tal como pretendíamos, de maneira natural; no entanto, muitas das informações colhidas não puderam escapar de um certo nível de superficialidade do qual não foi possível escapar em muitos momentos. Nestes casos, as informações foram desprezadas ou analisadas levando em conta este aspecto. De todo modo, entendemos que os resultados colhidos foram satisfatórios e que o uso de qualquer outra metodologia não teria nos permitido chegar a determinados detalhes ou sutilezas que apenas uma entrevista não dirigida pôde permitir.

4.2 - A EMPRESA

A empresa estudada é filial de uma montadora de automóveis de origem européia, instalada no Brasil desde 1953. Possui, atualmente, plantas localizadas na região do ABC paulista, na cidade de São Paulo (a primeira), no Vale do Paraíba e uma planta para a produção de caminhões, oriunda da aquisição, na década de 70, da filial brasileira de uma montadora de automóveis americana, que se retirou do mercado brasileiro.

A planta situada no ABC é a maior de todas, tendo uma área de terreno de mais de 2 milhões de m² (mais de 1 milhão de área construída). Nela são fabricados quase todos os modelos, a menos de um, fabricado na planta do Vale do Paraíba.

O capital da empresa no Brasil é composto por 80% de ações de propriedade da empresa "holding" transnacional; o restante da propriedade está dividido entre um grupo brasileiro (10%) e o governo do Kuwait (10%).

As operações da empresa no Brasil iniciaram-se com a montagem de veículos, em 1953, e a produção, em 1957. O primeiro veículo fabricado no país foi um utilitário, com 50% de suas peças e componentes de fabricação brasileira. Ao lado desse modelo, a empresa produziu, até o final de 1986, um modelo de veículo de passeio, fabricado em várias outras unidades da empresa no mundo desde a década de 40. Até 1968 a linha de produtos da empresa era composta por estes dois veículos. A partir de 1968 a empresa passou a lançar veículos de passeio que procuravam atender a faixas diversas de mercado. Atualmente produz modelos que variam, em termos de preço, entre as faixas mais barata e mais cara do mercado.

Desde sua instalação no Brasil, esta empresa ocupa a maior parcela do mercado. Seu percentual de vendas de veículos no mercado interno (excetuados ônibus e caminhões) era de 47,7% em 1980, 41,2% em 1983 e 40,4% em 1986. Desde 1970 a empresa exporta tanto veículos montados quanto desmontados, além de agregados e componentes.

Até 1986, a maior parte das exportações de veículos era feita para países em desenvolvimento, especialmente para a América do Sul e para o Oriente Médio. A partir desse ano, além de manter as exportações para esses países, a empresa iniciou um programa de exportação de um veículo de baixo preço final de venda para o mercado dos EUA, que vem obtendo sucesso de vendas em sua faixa de mercado, segundo as revistas especializadas.

O grupo transnacional que mantém o controle da empresa no Brasil possui nove fábricas no país sede, entre montadoras e fabricantes de componentes. Há também fábricas na Argentina, México, África do Sul, Nigéria, EUA, Bélgica e Iugoslávia.

A empresa do Brasil produz a maior quantidade de veículos do grupo no mundo, excluindo-se a matriz. O grupo transnacional é, segundo relatório da ONU (1983), o mais transnacional dentre todos os grupos automobilísticos não americanos. É, também, segundo o mesmo relatório, o único que mantém sua mais importante filial no estrangeiro em um país em desenvolvimento. A filial no Brasil é a maior empresa montadora da América Latina e - ainda segundo o mesmo relatório, "possui capacitação tecnológica substancial para adaptar projetos originais e mesmo para desenvolver modelos por conta própria".

A operação internacional deste grupo não se restringe às filiais por ele controladas, uma série de empreendimentos conjuntos vêm sendo feitos em associação com outras empresas, em outros países. Na Espanha, por exemplo, o grupo detém 51% do capital de uma empresa de origem local que produz, atualmente, dois modelos desenvolvidos pelo grupo. O grupo fornece, também, caixas de transmissão para uso em modelos de uma empresa inglesa. Uma empresa japonesa produz um dos modelos do grupo, sob licença, para o mercado japonês. Essa mesma empresa japonesa está associada com o grupo para a fabricação do mesmo veículo em Shangai, na China, a partir de 1989.

Após o período em que realizamos a pesquisa de campo, a empresa brasileira associou-se com a filial de uma empresa de origem americana (terceira no mercado brasileiro), fundando uma empresa "holding" que passou a controlar as duas empresas, tanto no Brasil como na Argentina. A partir da consolidação desta empresa alguns veículos poderão passar a ser produzidos conjuntamente, utilizando-se de peças provenientes das duas montadoras. Especula-se, também, que as atividades de engenharia e projeto venham a se modificar em função dessa associação, mas até o primeiro semestre de 1987 nada havia sido divulgado oficialmente pelas duas empresas.

4.3 - UM ROTEIRO PARA A ANÁLISE

Nos capítulos que se seguem procedemos à análise dos dados colhidos na pesquisa. A forma de apresentação e análise segue os modelos de Almeida (1981) e Kaplinsky (1985), apresentados no capítulo 2.

No capítulo 5, apresentamos as inovações tecnológicas introduzidas na planta segundo as três esferas do modelo de Kaplinsky: a fabricação, a coordenação e a engenharia, finalizando com uma análise preliminar da estratégia que orienta a mudança tecnológica na empresa.

O capítulo 6 está voltado para a descrição e análise do trabalho de engenharia, abordando o processo de projeto, a implementação de mudanças de menor porte e as interfaces do agrupamento de engenharia tanto internamente a ela (processo x produto) quanto externamente (com a fabricação e com a direção da empresa). Abordamos também a questão da formação dos indivíduos que executam o trabalho de projeto de engenharia.

No capítulo 7 discutimos o fluxo de informações tecnológicas no interior do grupo transnacional do qual a empresa faz parte.

O capítulo 8 aborda a questão da decisão tecnológica, analisando os processos de decisão e os critérios e condicionantes desses processos.

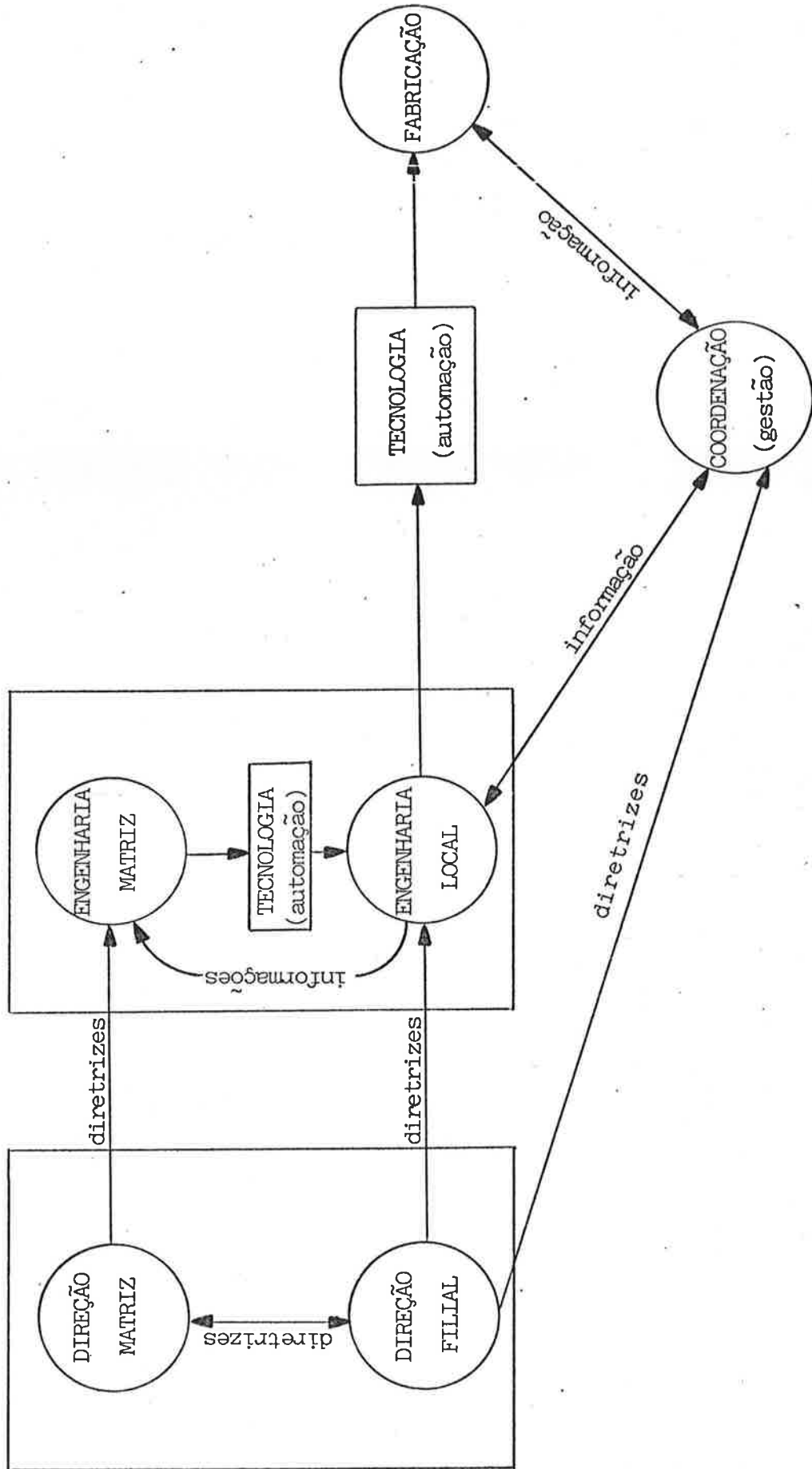
No capítulo 9 analisamos os aspectos culturais da mudança tecnológica em curso no interior da empresa. Essa di-

menção de análise, como se poderá observar, surgiu como relevante no decorrer da própria pesquisa de campo e apresentou-se como fundamental para a compreensão das questões abordadas.

A figura 4.1, a seguir, esquematiza o quadro geral utilizado para a análise do caso.

Figura 4.1

QUADRO GERAL PARA A ANÁLISE DO CASO



CAPÍTULO 5

AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS INTRODUZIDAS NA PLANTA

5.1 - NA ESFERA DA FABRICAÇÃO

Descrever o processo de modernização tecnológica da esfera da fabricação na planta é tarefa dificultada por duas razões: em primeiro lugar, devido à própria dimensão da empresa, torna-se praticamente impossível realizar um levantamento exaustivo das inovações tecnológicas ali implementadas nos últimos anos. Em segundo lugar, o corpo técnico da engenharia, por nós consultado, evita revelar detalhes a respeito dos novos equipamentos instalados ou em vias de instalação: há uma clara tendência, como vimos no Capítulo 4 (item 4.1), de não revelar "segredos" técnicos, especialmente documentações e especificações gerais dos equipamentos, mesmo que o pesquisador deixe claros os seus objetivos e o uso que fará das informações colhidas

Há ainda o fato de que as inovações associadas ao novo paradigma tecnológico/organizacional que é buscado não são de fácil caracterização: mesmo se nos restringirmos às inovações que incorporam recursos microeletrônicos ou especificamente ao conceito de automação programável, é difícil identificar de maneira exaustiva os equipamentos mais modernos, já que o processo de modernização que se observa na indústria automobilística não visa a instalação pontual de equipamentos, mas a adoção de um conceito de organização integrada da produção automobilística. Os próprios engenheiros entrevistados nem sempre têm uma visão clara do que está ocorrendo, e confundem inovações associadas aos novos conceitos com a automação tradicional. ⁽¹⁾

(1) Trataremos desse aspecto, isto é, da dificuldade conceitual enfrentada pela própria engenharia no item 5.4, quando analisamos o conjunto da estratégia de modernização e as várias visões existentes na empresa sobre o mesmo.

Procuraremos, neste capítulo, descrever as inovações mais relevantes que puderam ser identificadas e que apontam, se observadas em conjunto, para a nova forma de organização da esfera da fabricação que está sendo concretamente implantada; não pretendemos, contudo, construir um quadro completo ou exaustivo, dadas as restrições acima apontadas e o próprio objetivo deste texto.

Estamparia (prensas)

A principal inovação introduzida nessa área no sentido da automação é a instalação de prensas que permitem a troca rápida do conjunto de estampagem. Este sistema permitiu a redução do tempo de troca de ferramenta de 10 a 12 horas para um intervalo entre 2 a 3 horas. O critério apontado pela engenharia para a implantação desse sistema é exclusivamente a redução do tempo de operação: "a qualidade entra mas não é significativa"; objetiva-se reduzir os tempos mortos e o volume de refugos produzidos logo após a troca ou imediatamente antes desta.

É interessante notar, neste caso, que alguns engenheiros apontam a instalação desse sistema como contraditória em relação ao objetivo de redução de estoque de material em processo: na medida em que a automação é pontual ou ocorre em níveis baixos de integração, os ganhos em tempo e volume de peças fabricadas em uma área tornam-se estoques intermediários de insumos para a operação seguinte, pressionando o balanceamento geral da linha de fabricação.

Armação ⁽¹⁾

É na área de armação das carrocerias que se concentram as principais inovações em termos de automação de base microeletrônica e particularmente de automação programável. Os principais equipamentos que incorporam esses conceitos são os robôs, o FTS ("Flexible Transport System" ou sistema flexível de transporte), controlado por CLP's (Controladores Lógicos Programáveis), e os dispositivos de solda multi-ponto, internamente conhecidos como "jumbos" ou "jumbinhos". Estes equipamentos convivem com os equipamentos convencionais, e estão instalados em duas linhas de fabricação: a primeira produz o modelo de veículo mais recente da empresa, e a segunda, mais nova, um modelo que passou a ser produzido nessa linha a partir do fechamento de um contrato de exportação para os EUA. Há uma instalação semelhante na fábrica situada no Vale do Paraíba.

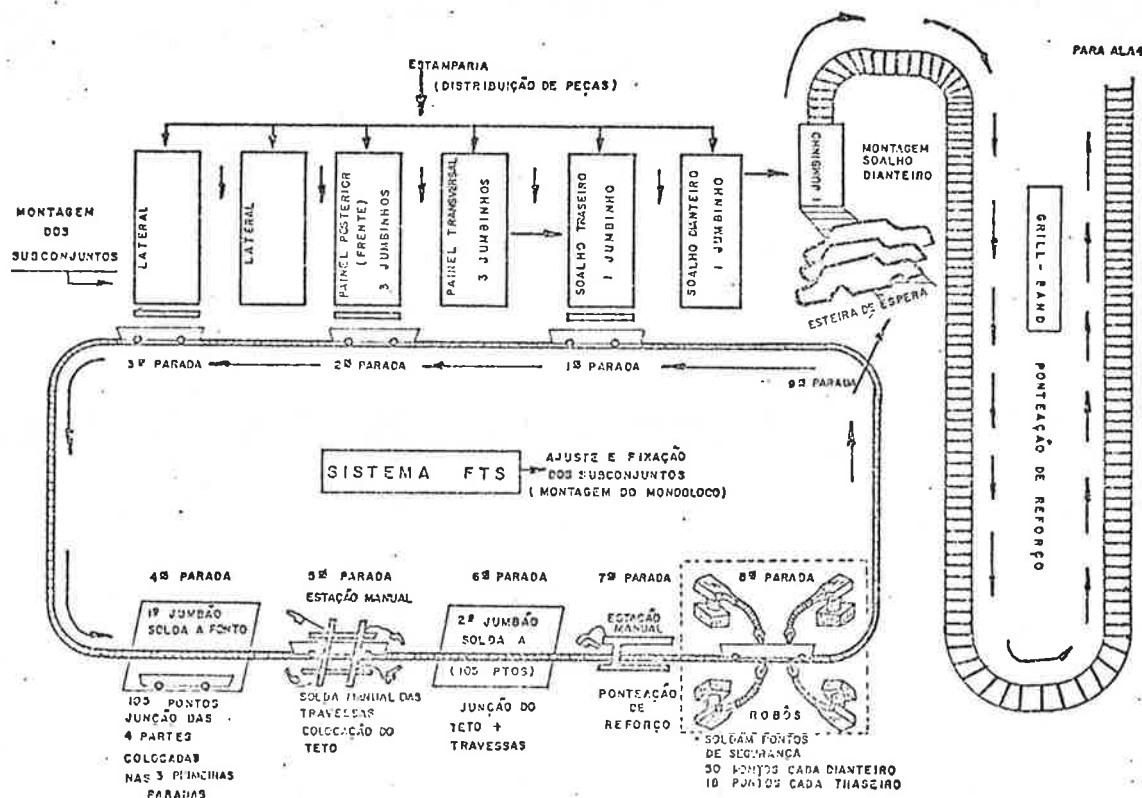
O FTS é um sistema de "trolleys" (carros transportadores) que movimentam as carrocerias durante o processo de sua construção (vide Figura 5.1). Esses carros percorrem um caminho retangular e estacionam em várias estações nas quais recebem partes pré-montadas das carrocerias. Em cada uma das estações são executadas operações de solda a ponto. Em algumas estações, as operações são feitas manualmente; em outras, os pontos de solda são dados por robôs. Há duas estações nas quais os pontos (variando entre 100 e 200) são dados por dois grandes equipamentos de solda multiponto - os chamados "jumbos" ou "jumbões".

(1) Em muitos pontos desse relato lançamos mão de excelente descrição da mesma instalação feita por Ruy Quadros em Peliano, J.R. et alii (1985).

As partes pré-montadas das carrocerias (laterais, soalhos, painéis) são executadas em linhas perpendiculares à linha FTS. Nessas linhas os postos de trabalho são predominantemente manuais mas em alguns postos existem equipamentos semelhantes aos jumbos - os "jumbinhos" - que permitem a solda simultânea de vários pontos para a montagem de subconjuntos. Na linha mais nova estão instalados robôs "stand-alone" (não localizados na linha FTS), com alimentação e retirada manual das peças.

Figura 5.1

LAYOUT ESQUEMÁTICO DA LINHA DE
ARMAÇÃO DE CARROCERIAS COM FTS



FONTE: Extraído de Peliano et alii (1985), p.106-A.

Após percorrer toda a linha FTS, as carrocerias são depositadas em um pulmão, operado por correntes "power-free"⁽¹⁾ do qual são retiradas para a passagem através do "grill band", isto é, uma linha na qual são dadas soldas de reforço, executadas soldas CO₂ e operações de acabamento através de esmeril, polimento, ajustes etc. O "grill band" é assim chamado porque as carrocerias são colocadas em dispositivos de sujeição que permitem a rotação longitudinal da carroceria - como em um forno "grill" - que facilita a execução de operações manuais em posições da carroceria que seriam de difícil acesso se esta permanecesse fixa. Os dispositivos (e as carrocerias neles fixadas) estão presos em uma esteira que se movimenta continuamente; ao contrário do FTS, composto de carros que percorrem um caminho definido pela indução eletromagnética obtida através da fiação existente sob a superfície da área de fabricação.

Os carros do FTS são controlados por CLP's, que definem a movimentação e as paradas através de emissões de rádio frequência. Os operários localizados em cada estação de trabalho operam os dispositivos de solda manual - pistolas balanceadas por talhas - para executar os pontos de solda, unindo e/ou reforçando os subconjuntos provenientes das linhas perpendiculares na carroceria. O CLP libera o movimento do "trolley" ao identificar o acionamento de um botão pelo operador, indicando o término da operação. A quarta parada do "trolley" encontra-se sob o jumbo, que dá as soldas estruturais da carroceria. A partir daí a carroceria é levada a uma estação na qual encon-

(1) Há dois tipos de correntes transportadoras na planta: as convencionais, onde o transporte está ligado rigidamente ao caminho da monovia na qual estão presos os suportes, e as correntes "power free", que permitem seleção em várias direções, controle de desvios e colocação em pulmões (estoques intermediários).

tram-se robôs, que executam um programa de soldas a ponto, em geral nos locais de acesso mais difícil em operação manual.

Quais as características básicas do sistema FTS e que o diferenciam da armação convencional? Em primeiro lugar, o sistema FTS seria, do ponto de vista do lay-out, flexível, isto é, é capaz de permitir a fabricação de qualquer tipo de carroceria ⁽¹⁾, com pequenas alterações na disposição dos equipamentos. O FTS é a forma mais acabada de integração de equipamentos dentro de uma lógica de produção flexível existente na planta. No entanto, essa flexibilidade é limitada, não por obstáculos técnicos intransponíveis, mas pelo investimento necessário em horas de trabalho de reprojeto, reprogramação e reconfeção de partes de dispositivos, se for o caso de substituir a fabricação de um modelo por outro, na mesma linha, ou produzi-los "ao mesmo tempo".

Já os equipamentos instalados ao longo da linha transportadora não são completamente flexíveis. Se os robôs são capazes de operar segundo programações (software) intercambiáveis, os jumbos, jumbões ou jumbinhos são dispositivos de automação praticamente fixa; são eletro-mecânicos e não programáveis através de software. Seu seqüenciamento é repetitivo e restrito por hardware a uma dada seqüência, associada a uma variação de modelos que não se estende além de uma mesma "família" veículos; alterar sua "programação" é, na verdade, alterar fi-

(1) Na verdade, essa flexibilidade não é absoluta; como vimos anteriormente, o projeto do veículo leva em conta a instalação na qual será produzido. Essa é uma das razões que justificam a saída de linha do veículo mais antigo da empresa: seu projeto, com mais de 40 anos de idade, não permitiria o uso dessa inovação.

sicamente seu hardware. Presenciamos, no decorrer da pesquisa, várias discussões entre engenheiros a respeito da dificuldade de proceder-se a alterações no jumbo, devido à entrada em linha do modelo exportado para o mercado americano.

A instalação do FTS foi acompanhada por técnicos da matriz. O chefe da seção de planejamento elétrico-eletrônico, responsável pela operação, afirmou que houve problemas de comunicação entre o CLP e os "trolleys": depois de muito tempo descobriu-se que havia cargas estáticas que causavam interferências nas frequências de rádio, devidas à tinta usada no revestimento do edifício da ala: "e os estrangeiros não deram a dica da tinta ...". Este é um pequeno exemplo das dificuldades de transferência de tecnologia entre matriz e filial: de um lado, as condições locais da instalação eram diferentes daquelas da matriz; de outro, os técnicos da matriz são treinados de maneira restrita e não são capazes de dar conta de problemas não previstos na instalação da matriz. (1)

Os robôs instalados ou em instalação na planta estudada eram em número de 18 no momento da pesquisa de campo (julho de 86). Os robôs são utilizados no interior da linha FTS ou em "stand-alone", nas linhas de subconjuntos. Basicamente, sua utilização proporciona maior precisão e regularidade dos pontos de solda, em níveis de produção normal. Isto permite maior adequação do veículo realmente produzido às especificações de projeto, ou seja, maior qualidade de conformação. O deslocamento de mão-de-obra ocorre claramente nos postos de trabalho onde estão instalados os robôs, na medida em que as operações executadas por estes seriam passíveis de execução

(1) Trataremos em maior detalhe da questão do fluxo de informações tecnológicas no Capítulo 7.

por operadores, mas com prejuízo da regularidade ou da precisão requerida no nível de produção em que opera a planta.

Os robôs existentes são para solda a ponto. Os primeiros a serem instalados o foram na linha do veículo mais recente, em caráter experimental, e vieram da matriz, em 1983. A partir de 1985, com o desenvolvimento do projeto do veículo de exportação para os EUA, passaram a integrar o sistema de fabricação como equipamentos de linha.

O projeto de exportação para o mercado norte-americano levou à aquisição de robôs com capacidades diversas e para aplicação em solda CO_2 , a serem instalados na linha "grill-band", citada anteriormente. Para esse projeto, estavam previstos 20 robôs, sendo que as normas governamentais emitidas pela SEI passaram a exigir a aquisição dos mesmos no mercado interno. O profissional do setor de compras de equipamentos entrevistado afirmou que essa restrição levou à ocorrência de atrasos no projeto: "não existia no mercado nacional quem fizesse robôs dentro das nossas especificações. O de 90 kg, por exemplo, não existia. O de 15 kg existia, mas não com a precisão necessária. Então foi feito um acordo com a SEI: 15 seriam importados e cinco nacionalizados".

Não tivemos acesso a detalhes da planilha de custeio dos robôs, discriminando preços FOB, preços de instalação, comissões, montagens etc. No entanto, as informações fornecidas apontam para custos totais da ordem de US\$ 200 000 para robôs suecos/brasileiros e de US\$ 300 000 para robôs japoneses/brasileiros.

O planejamento da instalação dos robôs, incluindo a definição das especificações necessárias e o arranjo físico da linha ficam a cargo do departamento de planejamento da armação, especialmente da seção de pré-planejamento. Os robôs são descritos pelos engenheiros de processo dessa área como de fácil instalação e programação, sendo que a sua configuração interna é transparente para esses engenheiros. A manutenção dos equipamentos é dada pelos fornecedores, através de técnicos que vêm do exterior. Com a nacionalização, espera-se que os fornecedores locais possam encarregar-se dessa tarefa. Os engenheiros de processo, conhecendo as características dos robôs, podem definir as operações a serem efetuadas, o que se materializa em um plano de pontos (no caso dos robôs para solda a ponto). Esse plano de pontos é entregue ao departamento de planejamento elétrico-eletrônico, onde estão alocados os programadores. O software é então gerado por eletricitas. A facilidade de programação pode ser medida pelo fato de que estes eletricitas-programadores necessitam apenas uma semana de treinamento, ministrado por técnicos estrangeiros, para capacitarem-se para a tarefa.

Todas as tarefas concernentes à instalação elétrica, regulagens e fundações é também de responsabilidade da área de planejamento elétrico-eletrônico; os dispositivos microeletrônicos são, para os engenheiros da área de armação, como "caixas pretas" que executam automaticamente os planos de pontos pré-definidos. Estes engenheiros estão voltados para a solda em si e para a montagem da carroceria, não se responsabilizando pelo conjunto hardware-software do robô, mas apenas pelos eletrodos de solda instalados na "mão" do robô.

Há algumas inconsistências entre os relatos do planejamento elétrico e o da armação quanto à programação dos robôs; veja-se esta descrição feita por um engenheiro de pré-planejamento da armação: "depois da instalação definitiva na ala, entra a minha parte. Entro em contato com o planejamento elétrico, para a preparação das alimentações, dos armários de programa, até chegar ao software. Com tudo instalado, e através do desenho dos pontos que mandei, marco numa carroceria os pontos que eu quero fazer, levo a mão do robô até o ponto que eu quero dar e ele registra. Isso dá para fazer mecanicamente ou no CAD/CAM, mas na prática nós agilizamos porque não dispomos do CAD/CAM. No CAD a gente chegaria no melhor trajeto, no menor número de eixos acionados e poderíamos simular isso; estamos tentando desenvolver alguma coisa por aí. No final, você repassa no sistema automático e grava numa fita". Perguntado sobre a possibilidade de programação através de linguagem (e não por registro a posteriori) o mesmo engenheiro responde: "não, a linguagem dos robôs já foge à minha alçada, pertence ao departamento elétrico: eles são responsáveis pela parte de programação. Se eu fizesse através do CAD, perderia muito tempo em cálculo. No momento eu desconheço esse recurso; pode ser que a elétrica tenha".

Deste tipo de relato percebe-se que há claramente um descompasso entre os dois setores. Enquanto o planejamento elétrico fala de programação dos robôs, o engenheiro da armação - um dos elementos-chave do setor, dos que mais conhecem os equipamentos automáticos, tendo participado da especificação do pacote relativo ao projeto de exportação - fala de registro de movimentos. Na verdade, pode-se levantar a hipótese de que a programação a que se refere o engenheiro do planejamento elétrico seja relativa ao software básico e/ou ao sistema ope-

racional do processador, enquanto que o programa específico de movimentos seja gerado por registro a posteriori. É de se ressaltar, contudo, que isso é apenas hipotético, e que surpreende a contradição entre os depoimentos, na medida em que trata-se de questão técnica e passível de margem muito pequena de divergência. O próprio desconhecimento dos recursos de que dispõe o departamento de planejamento elétrico denota um descompasso entre as áreas. É possível também que haja conflitos entre as duas áreas em torno do domínio da tecnologia, o que pode levar a descrições confusas para um observador externo. Mesmo insistindo na questão, não foi possível dirimir as dúvidas.

É importante destacar que os robôs são dispositivos programáveis por software. Entretanto, são usados em linhas fixas, tanto no FTS como nas linhas de subconjuntos. A programação oferece uma possibilidade de utilização do equipamento em linhas diferentes: o robô é utilizável em qualquer linha, para realizar tarefas de ponteação em qualquer veículo (salvo restrições de concepção do próprio veículo), mas a partir do momento em que se encontra instalado e passa a fazer parte de uma seqüência de operações, ao lado de dispositivos de automação fixa e postos de trabalho manuais, o programa a ser "rodado" é sempre o mesmo, com módulos adequados aos modelos que compõem a família de veículos produzida na linha. Como a família se caracteriza por veículos semelhantes, a menos de diferenças tais como duas, três, quatro, cinco portas ou "station-wagon", o programa pode ser considerado o mesmo, com módulos de diferenciação. O robô aciona automaticamente cada um dos módulos, identificando as carrocerias através de sensores que indicam a particular carroceria que se encontra posicionada para a operação.

A reprogramação dos robôs não é, portanto, usual. A característica de automação programável do robô permite que ele seja intercambiável entre linhas, aí sim sendo reprogramado. Isso leva a que o robô possa ter um tempo de vida útil maior do que o do ciclo de vida do produto que é com ele fabricado: se o veículo sai de linha, o robô pode ser reaproveitado na fabricação de outro veículo. Reside nisso a grande vantagem dos robôs em relação aos equipamentos de automação fixa: a possibilidade de reaproveitamento de equipamentos como esse leva à redução do volume de investimento em capital fixo decorrente da necessidade - cada vez maior, em uma indústria competitiva - de lançamento de novos produtos no mercado.

No caso dos dispositivos multiponto (jumbos ou semelhantes), a flexibilidade é menor do que nos robôs. Mesmo com a possibilidade de rápida reprogramação, esta demanda intervenção no hardware do equipamento. Às vezes isso é facilitado pela arquitetura do CLP, porém é extremamente mais difícil do que no caso do software de programação dos robôs.

A flexibilidade das linhas do tipo FTS é limitada por restrições físicas que se acumulam na medida em que se interligam equipamentos com níveis e conceitos diferentes de programação.

Para alguns equipamentos, a universalidade em termos de hardware não é viável economicamente: os jumbos são universais dentro do espectro de cada família, mas uma universalidade maior implicaria máquinas muito maiores, que não se justificariam em relação à automação fixa.

Para completar o painel das inovações mais relevantes na armação, é interessante citar a operação de colagem das partes interna e externas das portas do modelo mais recente no mercado brasileiro. Esta operação - inexistente anteriormente, já que o processo anterior utilizava-se de rebites - demandou a instalação de uma estufa, num piso construído especialmente para tal, próximo ao teto do prédio. Esta inovação permitiu eliminar problemas intrínsecos e insolúveis da tecnologia mais antiga, que requeria investimentos em equipamento corretor, pós-operação. Permitiu também eliminar mão-de-obra, devido à automação da operação. Esta inovação convive, entretanto, com a instalação anterior, empregada para outros modelos de veículos.

A solução encontrada para a nova instalação, em termos de localização dos equipamentos, foi desenvolvida pela engenharia de processos da filial sem o auxílio da matriz. Apesar da operação ser igualmente feita em outras plantas que fabricam este modelo, as condições da planta brasileira eram tão particulares que levaram a uma solução completamente original.

Tratamento de Superfícies e Pintura

As principais inovações ou mudanças introduzidas nessa área referem-se à reestruturação do lay-out das instalações, aos dispositivos de transporte de carrocerias e ao processo de pintura catódica.

O objetivo básico da reestruturação do lay-out é a concentração dos equipamentos por função; anteriormente as linhas de tratamento de pintura, mesmo sendo bastante semelhantes, estavam dispostas pela ala de produção sem que houvesse

proximidade física entre equipamentos semelhantes (banhos, secadores, cabines de pintura etc.). A aproximação de equipamentos semelhantes, mantendo a organização em linha, objetiva facilitar os trabalhos de manutenção e permitir melhor aproveitamento do espaço disponível para que se possa aumentar a produção. Acima de tudo, no entanto, a nova configuração do arranjo deverá permitir maior flexibilidade no aproveitamento das linhas: com a concentração física das fases, será possível aumentar a taxa de ocupação do equipamento, através da introdução de desvios entre uma linha e outra.

O novo arranjo aparece, também, como uma oportunidade (ou necessidade) para a absorção das novas tecnologias, já que a própria matriz está se reestruturando e algumas inovações não são passíveis de implantação nas linhas antigas. São inovações que interferem especialmente no fluxo do material em processo, objetivando maior velocidade e independência em relação à mão-de-obra.

A planta brasileira segue uma lógica de organização da fase de tratamento e pintura que é diferente da lógica empregada na matriz: nesta última, existem várias plantas, e cada uma delas especializa-se em determinados tipos ou famílias de veículos; a planta brasileira, ao contrário, estava, no momento da pesquisa, produzindo 13 modelos diferentes. Isso vem dificultar a absorção da tecnologia aplicada na matriz em relação a uma série de problemas ligados ao fluxo da produção, como no caso dos transportadores de carrocerias, que devem ter uma universalidade inter-tipos ou inter-famílias e necessitam, por isso, passar por um desenvolvimento interno à engenharia da filial para adequação às condições locais.

Na matriz, estes transportadores têm posicionamento automático para receber as carroçarias (de uma mesma família) que chegam da ala de armação através de correias transportadores. Após o posicionamento do transportador, os ganchos são automaticamente abertos e a carroceria fixa-se no transportador por gravidade. O mesmo ocorre no final do processo, inversamente.

A pintura catódica, para fosfatização e pintura de fundo, foi introduzida em 1983. Este processo prevê a imersão total da carroçaria em banhos catódicos e é oriundo da matriz, além de ser encontrado em outras montadoras instaladas no Brasil: é parte do "estado da arte" da tecnologia de tratamento de superfícies e pintura em termos da indústria automobilística mundial. Este processo proporciona regularidade na deposição do esmalte e maior durabilidade do veículo, minimizando a probabilidade de ocorrência de oxidação das chapas. Assim, obtém-se maior qualidade e regularidade no processo produtivo, reduzindo a necessidade de retrabalhos, e oferece-se um produto de maior qualidade ao mercado consumidor.

O retrabalho é constante na pintura. Atinge, mesmo com o processo de pintura catódica, níveis superiores a 70% da produção. O retrabalho na pintura é responsável pela maior parte das alterações ocorridas na seqüência da programação da produção na fábrica, acarretando dificuldades de seqüenciação na fase posterior à pintura, a montagem final.

Há inovações previstas que se referem ao tratamento de efluentes e ao emprego de robôs e CLP's. Em termos de tratamento de efluentes do processo, está sendo estudado um sistema de eliminação da chuva ácida, a partir do processo empre-

gado na matriz, utilizando tinta diluída à base de água; atualmente tem-se 60% de solventes que são volatilizados no secador e na cabine de pintura. Essa tecnologia virá da matriz e já é de conhecimento interno. "A matriz tem esse problema e nós, aqui, obviamente, temos que obedecer o grupo e já estamos pensando em paralelo; nossos investimentos já estão orçados".

Está prevista a utilização de robôs capazes de abrir portas e executar a pintura interna, tal como já existe na matriz. No momento a planta brasileira emprega um dispositivo fixo no eixo horizontal (em relação à linha) para o acionamento da pistola de tinta. Esse dispositivo movimenta-se apenas verticalmente e opera em conjunto com operários que acionam manualmente as pistolas para executar a pintura nas partes da carroceria às quais o dispositivo automático não tem acesso. Na matriz há um robô capaz de realizar o movimento ao longo da linha, o que permite obter redução nos tempos de ciclo. Já no Brasil, além do ganho de tempo, esse equipamento seria necessário devido à variabilidade da seqüência das carrocerias, demandando um software sofisticado para o reconhecimento de cada carroceria e o acionamento do programa adequado.⁽¹⁾

Outra inovação - em fase de estudos - é a aplicação de massa na parte inferior dos veículos com robôs. As informações disponíveis dão conta de problemas existentes na instalação da matriz: há regiões em que o robô ainda tem dificuldades de acesso (sob a caixa de rodas, por exemplo), não há uniformidade no gasto de material e surgem constantes entupimentos, além do custo muito elevado.

(1) "Vai dar loucura no computador, e o meu carro vai ficar mais caro que na matriz. Mas eu chego lá...", diz o engenheiro planejador.

Tem-se ainda, em vários pontos da instalação, Controladores Lógicos Programáveis para análise de defeitos. São justificados pela facilidade de manutenção e pela possibilidade de interferir imediatamente na seqüência do fluxo, aumentando a flexibilidade da instalação.

Montagem Final

Do ponto-de-vista da fabricação, a linha de montagem final da planta apresenta algumas inovações pontuais, que não caracterizam uma mudança tão perceptível quanto nas áreas de armação ou de pintura.

Há um conjunto de equipamentos que permitem regulação de precisão instalados nos últimos três anos: é o caso do "policontrol", de origem suíça, que serve para a regulação de eixos dianteiros. Há, também, um sistema computadorizado para teste completo de todas as funções elétricas do veículo. Foram citados como inovações alguns dispositivos - gabaritos - utilizados para a regulação de alavancas de câmbio, que despertaram interesse em uma empresa concorrente, que chegou a enviar técnicos para conhecer o método e o dispositivo.

Além dos dispositivos para teste e montagem de precisão, o entrevistado responsável pelos setores, afirmando sempre que "são muitas coisas pequenas", citou algumas mudanças introduzidas no processo de montagem em si: a pré-montagem de pneus, executada através de uma linha de submontagem semi-automatizada, que é capaz de selecionar rodas, pneus e câmaras e pré-posicioná-los; a montagem propriamente dita é ainda feita por operários. O enchimento dos pneus é automático, mas a colocação nas correntes transportadoras que levarão os pneus

até o local onde estes serão montados nos veículos é ainda manual.

Foram instaladas, em vários pontos, parafusadeiras que permitem torque automático, o que reduz substancialmente o índice de quebras ou rompimentos de parafusos e peças. Sistemas automáticos de preenchimento de reservatórios também são inovações recentes, instaladas no preenchimento de água em radiadores, fluidos de freio e fluidos de ar condicionado.

Uma das inovações que despertam maior entusiasmo nos engenheiros de processo é a montagem de pára-brisas no veículo exportado para os Estados Unidos: neste caso - e só neste - os pára-brisas são colados (devido a exigências de segurança da legislação americana), e há uma máquina que deposita a cola automaticamente nas bordas da carroceria, "mas isso também é pequeno, e é uma pré-montagem feita ao lado da linha".

Instado a comparar o grau de automatização da instalação da planta com as linhas de montagem final existentes na matriz, o entrevistado - que as conhece bem, já que viaja constantemente para lá - afirma que há um número maior de "pequenas automações" na matriz, "que vão ser paulatinamente trazidas para cá, principalmente com a fabricação de veículos para exportação a mercados desenvolvidos. Mas o que há lá de mais moderno é o balanceamento fino, o lay-out adequado, a organização, o que para nós é muito difícil, porque o prédio é apertado". Segundo o entrevistado, em uma das fábricas da matriz há uma "mini-linha toda automatizada, mas esse local não é convencional, de produção normal, é para pesquisa. Lá eles fazem colocação de bateria com robôs tipo "pick-and-place", mas aqui isso não é viável, porque a mão-de-obra é barata e não dá muita

diferença de qualidade e eventual retrabalho". Além disso, "eu precisaria antes de uma sincronização bem maior da produção, por computador, que é uma coisa que a gente está implantando agora". (1)

Usinagem de Câmbios e Motores

Na área de usinagem de câmbios e motores as linhas transfer já existentes foram otimizadas, com o acoplamento de máquinas operatrizes com descarga automática, que realizam operações de automação fixa. Não há, nesse setor, nenhuma máquina a comando numérico para fabricação em série de peças e componentes.

Nessa área foram ainda citados parafusadeiras com controle programável, sobre a qual não obtivemos detalhes. Aparentemente, são semelhantes, em termos de construção e acionamento, às citadas pela montagem final, e estavam em fase de teste; a armação esperava pelos resultados dos testes para utilização na montagem de portas nas carrocerias. Essa situação parece-nos um tanto singular, já que o mesmo equipamento vem sendo utilizado em outra área, a montagem, normalmente: o descompasso do fluxo de informações entre os engenheiros parece surgir também aqui.

Essa planta fabrica dois motores de duas gerações diferentes, de concepções mais antiga (tipo A) e mais moderna (tipo B). As linhas de cada um dos motores apresentam diferenças em termos de organização do fluxo, como descreve um engenheiro de processos da área: "a linha de montagem do motor A

(1) Vide item 5.2.

ainda é de concepção antiga, com esteira contínua e, se o operador errar, ou ele pára a linha ou o motor vai embora e volta para o retrabalho. Na linha do motor B, mais moderno, há ritmos determinados pelo operador, e se ele tiver algum problema, toma decisão: ou resolve na hora, acumulando um ou dois pallets, procurando ganhar o tempo da falha posteriormente, ou deixa para o retrabalho fora da linha". A modernização descrita pelo engenheiro parece contradizer o modelo básico, de eliminação da "decisão do homem" ou do próprio homem. Vemos aqui que o modelo não é absoluto na fabricação, e outras variáveis e controles relevantes podem suplantam o objetivo relativo à mão-de-obra, como parece ser o caso do motor, onde as tarefas de retrabalho são mais demoradas e parece valer a pena ter operadores mais qualificados que "não deixam passar problemas".

Fundição

A fundição se caracteriza pela total ausência de qualquer inovação no sentido da automação do processo. É a área que apresenta as piores condições ambientais e de trabalho na planta, com excesso de gases, calor e ruído. Não há nenhum dispositivo automático para alimentação ou descarga dos fornos, ou para o despejo de metal líquido em moldes ou injetoras. O engenheiro da área fez referência a problemas tais como a dificuldade de fixação de ferramentas nas injetoras, que podem levar até um dia inteiro de trabalho. A redução desse tempo, com máquinas mais modernas, existentes na matriz, permitiria reduzir o número de máquinas, devido à redução do tempo de preparação; as máquinas da matriz têm sua documentação disponível, porém apenas para conhecimento e eventual solicitação por parte da engenharia de processos da planta, mas seu uso não se justi-

fica: "é preciso mostrar economia maior; há outras coisas mais prioritárias na fábrica", diz o engenheiro da área.

Outro engenheiro, do setor de planejamento de instalações industriais, perguntado sobre as condições da fundição, afirmou que a instalação da planta é bem pior que a dos concorrentes, as quais conhece: "a da montadora X, por exemplo, é mais moderna, dá melhor condição para o homem. A automação na fundição é mínima, porque a gente tem que automatizar máquinas, e a operação da fundição é estritamente de colocação e retirada de peças". Esse depoimento é interessante, na medida em que indica, ainda que não explicitamente, que a engenharia de processos tem uma visão estrita para selecionar os pontos da fabricação que serão submetidos à automação. "Automatizar máquinas" parece querer dizer que, no caso da fundição, a automação é desnecessária, na medida em que não implicará economias de tempo ou melhoria de qualidade. Apenas a questão da troca de ferramenta seria relevante, mas entra na fila de prioridades do conjunto da planta. Determinados tipos de automação, que proporcionem melhorias ambientais ou de condições de trabalho mas que não se refletem em ganhos de produtividade, só são implementados na medida em que haja uma compulsão externa, de um órgão governamental ou da matriz, em função da busca de uniformidade tecnológica no interior do conjunto da corporação internacional. (1) (2)

(1) Este raciocínio aponta para a discussão do processo de decisão tecnológica desenvolvido de maneira mais clara e completa no Capítulo 7.

(2) É significativo o fato de que é extremamente incomum que pesquisadores ou visitantes possam conhecer as instalações de fundição da planta, já que esta última destoa completamente do panorama de modernização ou mesmo de limpeza e condições de trabalho encontrados em outras áreas; a insistência dos engenheiros em relação à reprodução do discurso de que "a automação é para beneficiar o homem" fica totalmente contraditada pela fundição e, muitas vezes, dificulta os próprios engenheiros, que fazem esforços particulares para incorporar esse discurso.

Usinagem de Rodas

Contrastando com a fundição, mas situado organizacionalmente no mesmo departamento, encontra-se o setor de usinagem de rodas. Nesse setor existem dois centros de usinagem programáveis por software e que permitem a usinagem de todos os perfis e desenhos de rodas produzidas na planta. Como a produção é por lotes (desde a fundição), há troca constante de programas do equipamento; esses programas são confeccionados pelo fabricante do centro de usinagem e a máquina opera com a monitoração de um único operário, instruído em relação a problemas emergenciais ou providências pequenas, quanto a falhas, travamentos etc. Os centros de usinagem coexistem com processos mais antigos, onde são fabricadas as rodas dos modelos "standard". Apesar de operar há mais de ano, os centros de usinagem estavam sendo testados, e o ganho em produtividade e qualidade (de conformação) é substancial, comparativamente ao processo mais antigo: o ciclo de fabricação das rodas reduz-se, em números grosseiros, de duas horas para cinco minutos; há uma correspondente redução da mão-de-obra alocada que, no caso, era altamente qualificada, pois a usinagem de rodas executada manualmente em tornos universais requer grande habilidade, devido ao grande número de detalhes.

Ferramentaria

A ferramentaria da planta é uma das maiores do país, em termos de equipamentos, mão-de-obra empregada e produção. Tem sido política da empresa fabricar todos os meios de fabricação internamente, sendo que a subcontratação de serviços só ocorre em caso de eventual excesso de carga de trabalho ou de impossibilidade de execução de serviços. Muitos dos dispositi-

vos a que nos referimos até agora foram produzidos nesta ferramentaria - é o caso, especialmente, dos grandes dispositivos de solda multiponto, os jumbos da linha FTS, cuja estrutura mecânica foi toda construída na própria planta, a partir de especificações geradas na engenharia de processos.

É na ferramentaria que se encontram máquinas-ferramenta e operatrizes a comando numérico, tais como copiadoras CN, uma fresa programável de dezoito anos à qual foi acoplado um processador TNC, com motorização triaxial e um centro de eletroerosão, instalado em 1979, com comando CNC, cuja linguagem de programação é APT. Os programas são gerados em mainframe, no CPD central, compilados e armazenados em fitas, que são lidas pelo processador. Há ainda tornos CNC cujo esquema de programação é semelhante ao do centro de eletroerosão, de tecnologia do mesmo país de origem da empresa. Muitas das máquinas com comando CN, como a fresa acima citada, têm idades acima de dez anos e foram acopladas a comandos programáveis.

Fluxo de Materiais

A principal inovação introduzida na área de fluxo de materiais são os depósitos automáticos de recebimento, estocagem e expedição de peças compradas externamente. Em dois setores estão sendo instalados depósitos verticalizados de subconjuntos, um para peças de reposição que são comercializadas e outro, maior, para carrocerias pintadas. Este último está localizado entre as alas de pintura e montagem final e é semelhante a um "edifício-garagem".

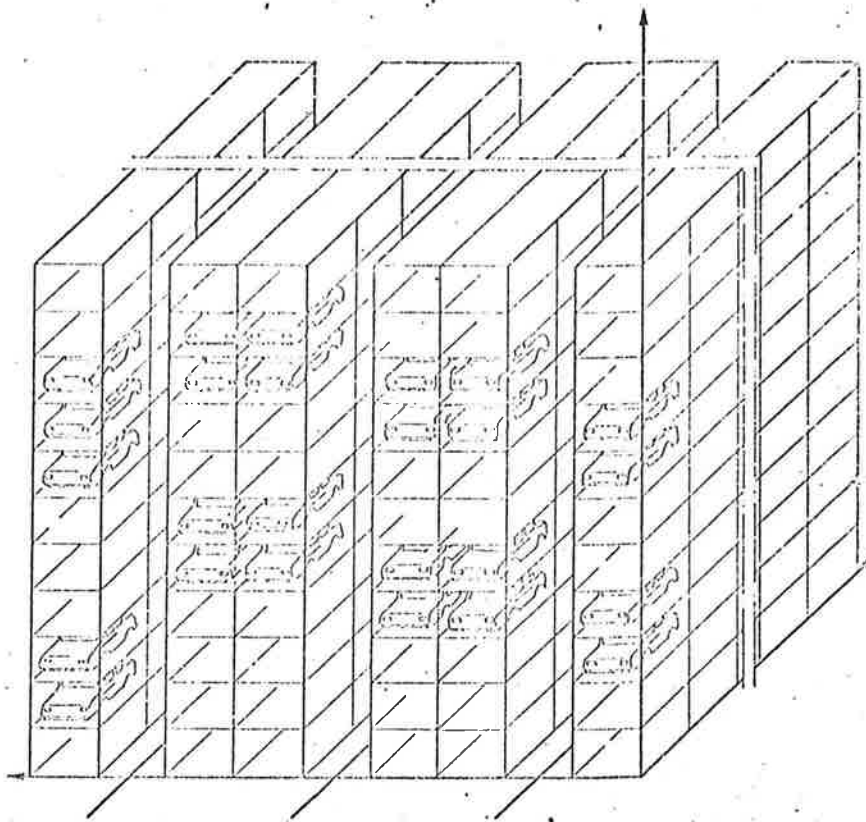
O objetivo do depósito verticalizado de carrocerias é permitir a obtenção de um seqüenciamento ótimo dos veículos

que entram nas linhas de montagem final; estas linhas têm um seqüenciamento que está interligado com as linhas de submontagens de componentes e agregados (motores, bancos, chicote, lanternas etc.); se o seqüenciamento não for adequado, haverá perdas de tempo e, conseqüentemente, de volume de produção na montagem final. O problema, neste caso, é com o fluxo de informações entre a montagem final e a pintura: antes da instalação desse sistema, o selecionamento de carrocerias estava sendo feito manualmente, através de correntes tipo "power-free" e de pulmões, com os quais é possível evitar que dois modelos cuja montagem é mais demorada entrem em seguida na mesma linha, causando desbalanceamento. Já o novo sistema é controlado por um computador, que seleciona a carroceria ideal e informa, a seguir, o abastecimento correto nas linhas de submontagem. O computador, portanto, registra a entrada e seleciona a saída adequada dentro do programa de produção, acionando um CLP que controla o transelevador do depósito e a fixação na corrente que abastece a linha de montagem (vide Figuras 5.2 e 5.3).

O departamento de fluxo de materiais indica os depósitos verticalizados como sendo a principal inovação existente em termos de automação nessa área. Estes equipamentos apontam para a integração inter-esferas, entre a fabricação e a coordenação, já que o sistema computacional não apenas comanda a operação em si, mas também está ligado ao controle do fluxo de informações que determina a seqüência de produção. ⁽¹⁾

(1) Trataremos desse aspecto em maior detalhe no item 5.2, quando descreveremos as inovações implementadas na esfera da coordenação.

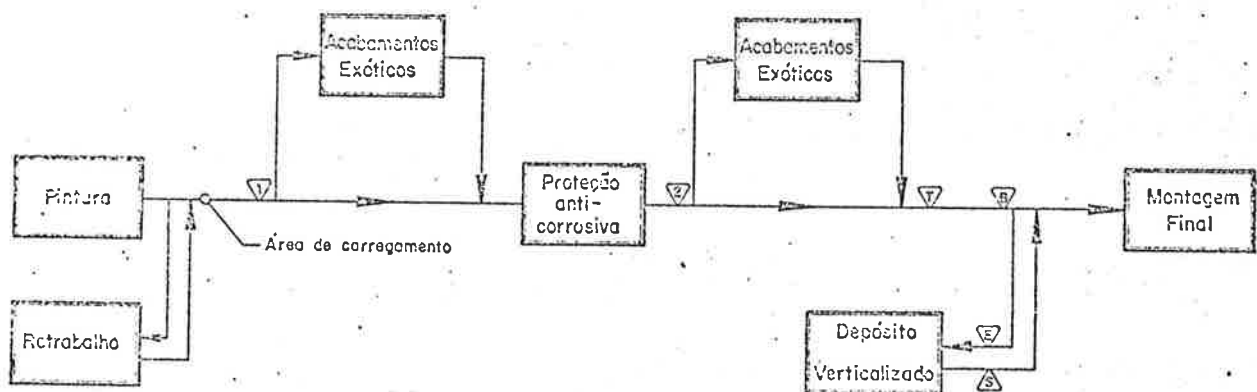
DEPÓSITO VERTICALIZADO DE CARROCERIAS



FONTE: Fornecido pela empresa.

Figura 5.3

DETALHE DO FLUXO DE CARROCERIAS ENTRE PINTURA E MONTAGEM FINAL



▽ Leitoras para identificação das carroçarias

Leitoras 1 e 2 - Identifica as carroçarias que devem receber acabamentos exóticos.

Leitora T - Transmite ao mini-computador a sequência das carroçarias.

Leitora B - Controla o sequenciamento das carroçarias, segue Montagem Final ou Depósito.

Leitora E - Transmite ao mini-computador os dados da carroçaria a ser estocada.

Leitora S - " " " " " " " " retirada do estoque.

Fluxo das carroçarias

FONTE: Desenho fornecido pema empresa.

Além desses equipamentos há uma série de selecionamentos mecânicos, magnéticos ou comandados por processadores espalhados por várias fases da fabricação. Dentre muitos outros, pontualmente instalados em várias fases do processo, é interessante destacar a operação de colocação do teto na carroceria, na fase de armação. Essa é uma operação realizada em uma estação do FTS e a inovação é assim descrita por um dos engenheiros que a desenvolveu: "antes os operadores pegavam os tetos com um carrinho, no porão, e subiam três lances de escada para colocar o teto. Fizemos uma modificação para o carrinho chegar até a plataforma, eliminando o sobe-desce. Mas o teto continuava sendo manuseado; hoje estamos com um projeto totalmente automatizado, sem eliminar o operador: ele transporta o teto acionando uma unidade PLC mais um sistema a vácuo, levando a peça até o posto de trabalho. Depois, podemos acoplar com o jumbo, através de intertravamento, onde ele vai automaticamente buscar a peça e já deixar na posição a ser utilizada. Não é um robô, porque não vamos posicionar, só colocar, sem que o operador tenha que tomar a decisão sobre que tipo de peça ele vai colocar". Apesar de não ser muito clara - principalmente quando é feita a referência ao jumbo - essa descrição parece espelhar bem um tipo de preocupação que orienta os engenheiros na implementação de inovações: a minimização da tomada de decisões por parte dos operadores.

Outro caso citado: "nós temos idéia de fazer uma linha totalmente automatizada de armazenamento inter-operações, como no caso do teto. Por exemplo: entre o FTS e o "grill-band" (vide Figura 5.1) há uma esteira. As carrocerias ficam uma ao lado da outra sem possibilidade de fazer-se uma programação ou alterar a seqüência. Só posso fazer algum desvio, através da power-free, duas alas depois [na entrada da pintura]. Então te-

mos um estudo totalmente desenvolvido onde se pode fazer linhas de selecionamento com equipamento chamado 'carga-bus': um trolley motorizado independente, de alumínio, programável, controlado por PLC. A única coisa que o homem vai fazer é prender os ganchos na carroceria". Prevê-se na engenharia que este mesmo "trolley" vá substituir todas correntes transportadoras até o fim do século, em transportes internos às alas.

O mesmo engenheiro indica os limites e as necessidades de aplicação desse tipo de equipamento: "hoje isso não é viável economicamente. O desvio que ocorre é facilmente absorvido pelos bolsões ou pelo depósito verticalizado. Se essa fábrica chegar num limite em que o cliente encomenda o carro na revenda, eu não posso me dar ao luxo de ter uma esteirinha simples, onde eu tenha 16 carrocerias armazenadas e a da pessoa está no meio: tenho que pensar em selecionamento, orientar o produto na origem da fabricação e aí o objetivo da empresa me obriga a sofisticar minha instalação".

Um aspecto ligado ao processo de mudança em curso e que está associado ao grau em que a planta vem absorvendo o atual paradigma tecnológico/organizacional da produção é a questão da adoção do esquema "just-in-time" ou do sistema "kamban" (vide Capítulo 3, item 3.1).

O sistema kamban não está sendo utilizado internamente, nem mesmo de forma adaptada em relação ao esquema original japonês. Externamente, algo semelhante ao kamban foi implantado na administração de peças compradas de fábricas de autopeças. O sistema externo enfrenta, contudo, problemas de relacionamento com os fornecedores, que muitas vezes não se adaptam ao regime de lotes menores e prazos mais curtos de entre-

ga, bem como problemas de sincronia com a esfera da fabricação interna; na verdade, as oscilações do nível de produção e do balanceamento das linhas comprometem o objetivo de estoque zero.

Para um engenheiro do departamento de fluxo de materiais, "o kamban é um sistema de que temos literatura ... mas usamos muito pouco; ele é ligado a uma filosofia de vida, a uma estrutura industrial ... é algo meio religioso".

O kamban externo chegou a ser aplicado - como princípio, mas não estritamente segundo o modelo japonês - na compra de molejos de assentos e reduziu-se o estoque a quase 1,5 dias (a média, na fábrica, gira em torno de oito a nove dias). "Mas a chegada dos caminhões é problemática, porque a nossa fábrica é estreita, acanhada ... grande mas muito densa", diz o mesmo engenheiro.

Em relação ao kamban interno, o entrevistado afirma que "estamos investindo quase contrariando a filosofia: no caso do depósito verticalizado de carrocerias, o ideal seria que a pintura já estivesse na seqüência ótima de montagem final; só que entre uma e outra acontece muita coisa. A pintura tem um índice de retrabalho que confunde demais qualquer seqüenciamento lógico. Há necessidade desse investimento. O certo seria que a seqüência fosse única e inalterada, 'vendendo' o carro na armação".

O entrevistado do departamento de fluxo de materiais foi enfático ao apontar as condições locais da instalação como sendo um dos mais fortes obstáculos à automação na planta: "aqui se produz quase tudo, desde fundição até injeção de plásticos.

E é isso que traz problemas de trânsito, falta de área, correntes inadequadas, dispositivos inadequados para estoque. O ideal era tirar coisas daqui, e mais: algumas automações, como é o caso da troca automática de ferramenta de prensas, levam a acumular estoque".

Esse depoimento acentua um quadro de movimentos contraditórios no processo de modernização, em que há automações pontuais interligadas com processos de rendimento mais baixo, ao mesmo tempo em que o fluxo geral da produção não se encontra integrado, acarretando descompassos e perdas. Completa o entrevistado: "você procura melhorar o produto, usar menor quantidade de matéria-prima, alocar turmas mais rápidas, colocar máquinas cheias de automatismos, empregar robôs para eliminar o homem, porém a movimentação foi esquecida. A questão não é automatismo, é de condições de trabalho, meios, fluxos, layout. Nosso grupo não pensa em automação, mas em racionalização. Porém, quando aparece um objetivo que vai provocar um transporte enorme, ainda assim ele vai para a frente, por outras questões que a gente não consegue contornar. Por exemplo: vamos fabricar pára-choques, que são volumosos. Pensamos aonde fazer essa peça, tentando minimizar transportes, mas por falta de área, vamos fazer em outra fábrica e engolir o transporte. Não adianta automatizar mais. Mas o investimento é enorme, não tem dinheiro, acumulam-se erros sobre erros e depois nós queremos automatizar para corrigir" (grifo nosso, M.Z.).⁽¹⁾

(1) O entrevistado, depois do depoimento, disse que "isso não dá para gravar", mostrando que sua avaliação não deve ter divulgação externa, na medida em que pode contradizer o discurso oficial da empresa, constantemente reproduzido pela maioria dos entrevistados.

As afirmações acima indicam que as condições locais de produção definem a forma específica pela qual a automação vai se dando na planta. Percebe-se claramente que o problema do fluxo de materiais decorre, basicamente, do caráter pontual das inovações e, por outro lado, da forma que a instalação foi adquirindo ao longo dos anos. É interessante lembrar, nesse ponto, que as modernas plantas japonesas ou coreanas têm uma capacidade de produção de 100 a 120 mil veículos por ano⁽¹⁾, ao contrário desta, que chega a produzir 350 000 veículos anuais - sem falar na verticalização apontada pelo entrevistado, muito mais elevada que nas instalações mais modernas, inclusive na própria matriz.

* * *

Algumas conclusões podem ser resumidas a partir do quadro das principais inovações implementadas na esfera de fabricação da planta.

Nota-se que boa parte das inovações implementadas no rumo da automação estão ligadas à redução dos tempos de produção, tanto de tempos de preparação como de operação propriamente dita. As reduções de tempo obtidas têm levado, porém, ao aumento dos níveis de estoques intermediários em vários pontos do fluxo produtivo. Isso se deve, basicamente, ao caráter incremental e pontual da implementação de determinadas inovações; o fluxo produtivo tende a ficar desbalanceado em função de desigualdades entre os tempos de ciclo de operações subseqüentes.

(1) Vide Capítulo 3.

A redução dos níveis de estoques intermediários é, por outro lado, um dos objetivos visados pela empresa, e que não tem sido atingido, conforme se pode concluir a partir do relato das dificuldades enfrentadas para a adoção de esquemas do tipo kamban.

Em muito casos, as inovações implementadas são justificadas pelos engenheiros a partir de um princípio de eliminação da decisão tomada no piso da fábrica (caso da colocação do teto do veículo ou da montagem final). Esse princípio não é, contudo, absoluto, na medida em que em determinados pontos (caso dos motores) a tomada de decisão por parte do operário pode proporcionar ganhos em termos de aumento de produção e redução de retrabalhos.

A redução ou eliminação de retrabalhos parece ser outro dos objetivos relevantes visados na implementação de inovações, já que estes são responsáveis pelo desbalanceamento do fluxo global e, eventualmente, por perdas de produção.

A questão da flexibilidade é um objetivo extremamente relevante. Busca-se flexibilidade tanto no sentido do aumento da capacidade da instalação para fabricar diferentes linhas de produtos quanto para a alteração da programação da produção a curto prazo. Os equipamentos programáveis (robôs, FTS), tal como estão instalados, têm, porém, uma flexibilidade até certo ponto limitada; sua flexibilidade é aproveitada mais em relação à possibilidade de introdução de modelos novos do que em relação ao "mix" de produção.

As inovações introduzidas decorrem, em qualquer caso, de tecnologias originadas da matriz; em alguns casos - não poucos - porém, o fato das condições das instalações locais serem profundamente diversas das condições da matriz levou ao desenvolvimento local de soluções (caso da estufa para portas, na armação). A planta da matriz enfrenta problemas de layout e de limitação de espaço que dificultam a absorção de determinadas inovações exatamente como existem na matriz. Além disso, diferenças na lógica de organização da produção, como é o caso da pintura (obrigada a operar com todos os modelos de produto, enquanto as plantas da matriz são especializadas), levam também a dificuldades para a adoção de soluções praticadas na matriz e à conseqüente necessidade de desenvolvimento de tecnologia própria.

A grande maioria das inovações no sentido da automação introduzidas na esfera da fabricação pode ser classificada como sendo de automação intra-atividade, segundo o modelo de Kaplinsky (1985)⁽¹⁾. São inovações pontuais e não integradas a outras atividades. Apenas no caso da armação, na linha FTS, pode ser encontrada uma inovação no sentido da automação inter-atividades.

A estratégia que vem sendo adotada é de implementação incremental e as dificuldades enfrentadas decorrem, em boa parte, além da especificidade das instalações da planta, da ausência de integração entre atividades: o desnível tecnológico tem levado ao surgimento de gargalos que estão ligados à ausência de integração.

(1) Vide Capítulo 2, item 2.2.

5.2 - NA ESFERA DA COORDENAÇÃO

A principal inovação na esfera de coordenação é a implantação do projeto internamente denominado como "SINPRO", sigla cujas iniciais significam "sincronização da produção". A função primordial desse sistema é fornecer informações em tempo real a respeito da posição instantânea de todos os produtos em processo, em todas as fases da fabricação, de modo a permitir a reformulação contínua dos programas de produção e o balanceamento fino de todas as linhas. O sistema SINPRO não tem como produto final um programa de produção; na verdade, o programa de produção é um "input" do sistema, a partir do qual - e das informações coletadas por terminais industriais de computador - é possível emitir informações sobre reformulações de sequenciação nas linhas e sincronizar a operação de linhas de subconjuntos em termos do "quê" e "quando" produzir.

Os indivíduos entrevistados, especialmente o analista de sistema da área de computadores de processo que descreveu-nos o sistema, justificam a opção pelo desenvolvimento desse sistema por três razões: a forte oscilação na demanda automobilística que ocorreu a partir do final da década de 70, a forte concorrência existente nos mercados interno e externo - especialmente neste, devido à opção pela exportação - e a maior exigência do consumidor final em relação à diversificação de modelos; o padrão internacional aponta para a fabricação por encomenda, com acabamentos personalizados. Para amortecer os efeitos dos requisitos apresentados pelo novo quadro do mercado é que surge a necessidade de desenvolvimento de aplicações em computadores de processo que possam fazer fluir com maior rapidez e precisão as informações sobre o que ocorre em cada posto de trabalho na planta; não basta, assim, ter as ins-

talações flexíveis na fabricação, mas é preciso dotar a própria fabricação de um sistema de coordenação que permita explorar essa flexibilidade e sintonizá-la, em tempo real, com a programação da produção elaborada a partir das necessidades de mercado e das capacidades das várias linhas.

Para o desenvolvimento do sistema, iniciado há três anos, foi feito um levantamento no exterior - em particular na matriz - sobre aplicações semelhantes. Explica o analista entrevistado: "o levantamento foi feito para que tivéssemos aqui uma consonância de direção. Acontece que na matriz é usado um sistema para fazer exatamente as mesmas funções. Nós tínhamos a opção de trazer este sistema e copiá-lo, como um pacote, instalando e adequando a nossa produção ao esquema de lá. Isso é praticamente impossível de fazer, porque o nosso parque de instalação é diferente, os nossos equipamentos são diferentes e as particularizações dos veículos também são diferentes. Se trouxéssemos o sistema completo, teríamos que desenvolver um esforço de adaptação maior que o do desenvolvimento de um novo sistema. Optamos, então, por um sistema com as nossas características, porém dentro de uma diretriz maior, empresarial, do grupo internacional".

Para a concepção do sistema, foi feita inicialmente uma análise fina das necessidades da fábrica em termos de fluxo de informações que se originam na fabricação. "Na verdade", explica o analista, "primeiro nós começamos atuando em duas partes: robotização e informatização. Depois, por questão de conveniência ou de melhor definição dos objetivos do sistema, e face à complexidade da coisa, nós separamos as partes. Considerou-se então que a fabricação da montadora é comandada pela carroceria de um automóvel, que nasce nas áreas da armação e

daí para a frente viaja através da planta em correntes tipo "power free". No princípio, partiu-se de uma concepção que coordenasse os endereçamentos das correntes com a informação correspondente: levar o veículo no lugar certo, com informação certa. Depois, preferimos, por questão de passos a serem dados, fazer uma separação do processo. A parte de endereçamento de carrocerias ainda está dissociada dos processadores. Para o endereçamento de carrocerias temos apenas processadores (CLP's de oito bits). A parte de informação, que é preponderante para o esforço de exportação, para o esforço de manter nosso padrão de diversificação no mesmo nível do exterior, nós deixamos em computadores de processos destinados para este fim. Assim foi concebido o sistema SINPRO; ele trata, então, de toda a informação durante o processo produtivo".

A descrição acima mostra bem como a opção por essa aplicação está ligada, especificamente, à formalização do fluxo de informações na fabricação; a integração entre os computadores de processo, que tratam essa informação, e entre os dispositivos programáveis existentes na fabricação, ficou para um momento posterior, na medida da necessidade de aprofundamento do grau de integração coordenação-fabricação. Essa possibilidade, entretanto, foi considerada, e o sistema é compatível com o acoplamento entre os computadores de processo e os CLP's que controlam os robôs, o FTS, as correntes etc.

Para a elaboração do projeto do sistema foi aberta uma concorrência pública, englobando o hardware (computadores de processos e periféricos resistentes ao ambiente industrial), o software e a instalação dos equipamentos na planta. Foi, então, formado um consórcio, com duas empresas, uma transnacional e outra nacional (coordenadora do projeto). Segundo o en-

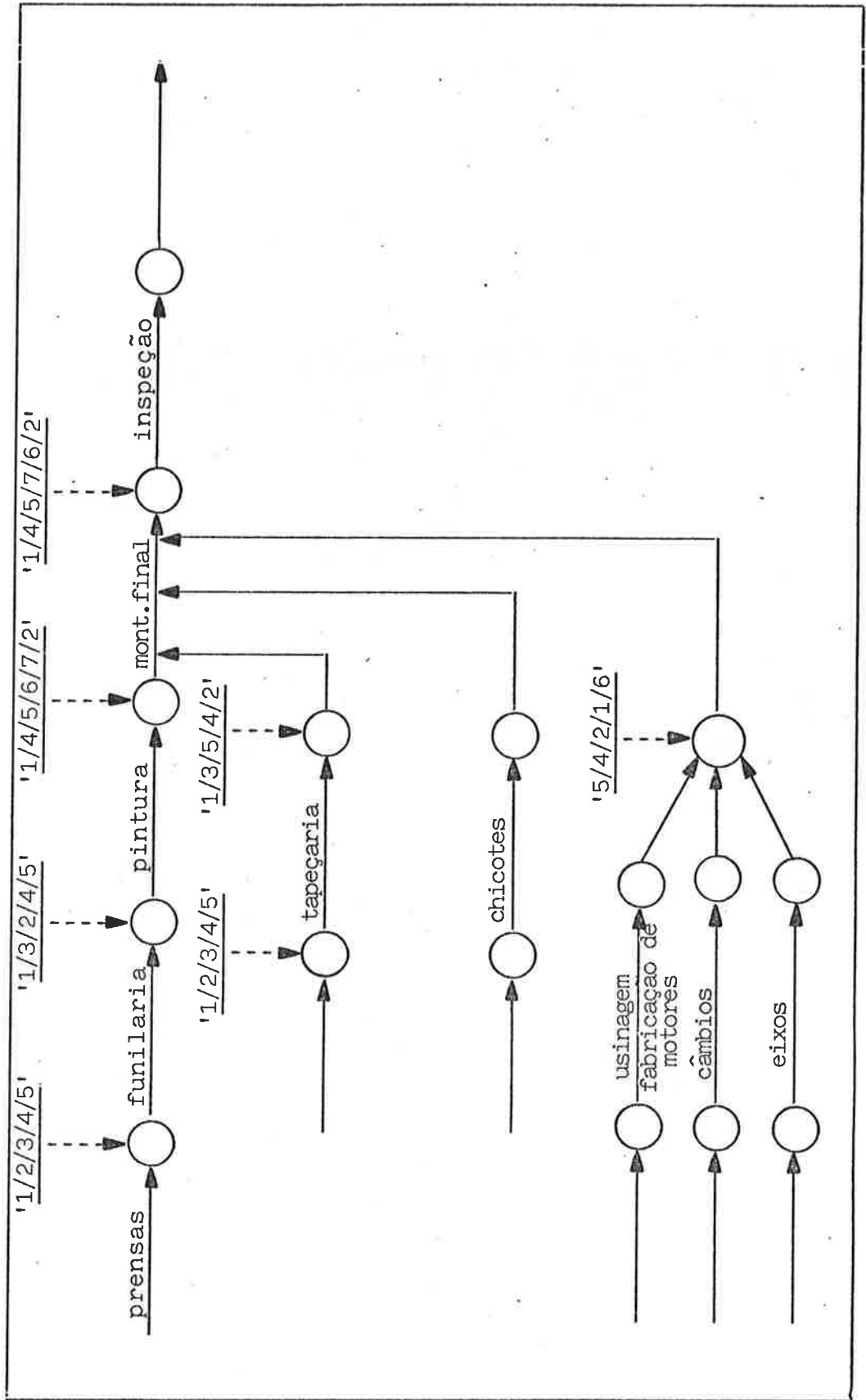
trevistado, "estivemos o tempo todo acompanhados pelo pessoal do CTI (Centro Tecnológico de Informática), que agiu como agente da SEI. A SEI, através do CTI, participou inclusive de parte do desenvolvimento do projeto. A maior parte desse desenvolvimento ocorreu na matriz da firma vencedora do consórcio (do mesmo país da matriz da montadora), que já havia fornecido o mesmo sistema na matriz. O pessoal da área de informática da filial da montadora participou na definição da arquitetura do sistema.

Em busca da garantia de atingimento do mesmo grau de eficiência e segurança existente na matriz fechou-se um conceito fino, a partir do qual foi feita a contratação do equipamento, da instalação e da programação. o entrevistado enfatiza que "pela envergadura, é um projeto de alta complexidade e responsabilidade, já que a partir de sua implantação toda a produção da empresa passará a ser totalmente dependente da informação coletada, tratada e armazenada neste sistema".

Qual é a lógica básica de funcionamento do sistema? Tome-se, como esquema de fluxo de produção a Figura 5.4.

O sistema anterior ao SINPRO baseia-se exclusivamente na emissão de um programa diário de produção, através de um sistema on-line com defasagem de duas horas. Cada veículo nasce, enquanto indivíduo para o sistema de informações, na armação - nos "cavaletes" de montagem para os modelos mais antigos e no início da linha FTS, para os modelos mais novos. Nesse momento, o sistema de programação da produção envia para os cavaletes (ou para o FTS) a descrição do veículo, sob a forma de cartões impressos com os acabamentos a serem montados no carro durante toda a "viagem" pelas linhas. Todas as linhas de subcon

Figura 5.4
FLUXO DE PRODUÇÃO ESQUEMÁTICA



juntos que operam paralelamente recebem a mesma informação de seqüencição, para que se programa a fabricação dos agregados. Há, então, uma seqüência inicial ('1/2/3/4/5', na Figura 5.4) que dá orientação a todos os setores de fabricação.

Nos pontos assinalados por círculos, na figura, a seqüência real de passagem dos veículos é enviada para o computador, digitando-se os dados dos cartões em um terminal. Ocorre que desde a funilaria ocorrem, certamente, eventos que alteram a seqüência inicialmente prevista (retrabalhos, erros, bruscas necessidades de alteração). Com a ordem inicial violada, toda a rede de precedências nas linhas principal e paralelas se perde. O feed-back das novas seqüências reais tem efeito retardado. Com isso, é comum haver, ao mesmo tempo, excesso de estoque de materiais e de produtos em processo ao lado de faltas de determinados itens. O sistema tende a uma desordem que cresce exponencialmente. Na situação atual, as informações sobre alterações de seqüência são transmitidas oralmente, por telefone ou telex, mas isso não resolve a desordem e torna a operação dependente da comunicação entre mestres, feitores etc. Como diz o analista, "o sistema anterior não é um sistema de processos, é um sistema de programação".

O sistema SINPRO deverá transmitir essas informações automaticamente e em tempo real, emitindo continuamente as novas ordens de fabricação para as linhas paralelas, a partir das novas seqüências que vão se configurando. Os principais pontos de coleta de informações são os mesmos pontos assinalados com círculos na Figura 5.4 e outros, no interior de cada setor de fabricação, onde ocorrem as alterações de seqüência. No total está prevista a instalação de 120 estações do sistema, com terminais de coleta (light-pens e scanners) e im-

pressoras. Todos os carros, ao "nascerem", receberão uma etiqueta com código de barras, que identifica o veículo; esta identidade estará associada ao programa de produção elaborado pelo PCP e deverá ser a chave de identificação do veículo até a sua chegada, no revendedor, às mãos do cliente. O sistema poderá, assim, acoplar-se aos sistemas de vendas, faturamento, transporte etc.

Outra facilidade do sistema, proporcionada pela identificação individual de cada veículo, é a emissão de informações especiais para a execução de determinadas operações em determinados postos de trabalho, como nos casos dos veículos exportados para os EUA. Estes veículos têm suas carrocerias montadas na mesma linha FTS que os veículos fabricados para o mercado nacional - apenas na montagem final é que passam por uma linha exclusiva. No FTS, o SINPRO emitirá instruções de montagem e solda exclusivas do modelo americano.

O sistema SINPRO permite, dada a sua arquitetura, a interligação entre o computador central e os dispositivos programáveis de fabricação - robôs, CLP's, FTS etc. Perguntado sobre as perspectivas de ser implantada essa interligação, o entrevistado afirmou que isso deve ocorrer em um terceiro estágio do sistema: "no começo a gente já ai sair ligado a isso, mas foram definidos três estágios para o sistema. O primeiro é o processamento da informação. O segundo prevê maior automação, e o terceiro prevê a integração com os processos técnicos da empresa". A terceira fase inclui a comunicação desse sistema através de portas com os CLP's. "Haverá administração de bolsões, por exemplo: o meu circulante passa a ser administrado por um programa central inteligente. Haverá, também, conversação com o depósito verticalizado de carrocerias e possibi-

lidade de integração com o FTS". O acoplamento do sistema SINPRO com os dispositivos programáveis de fabricação depende de uma decisão da direção, mas isso já ocorre na matriz, se bem que ainda subsistam alguns problemas técnicos de interfaceamento entre o computador central e os CLP's.

A integração entre o SINPRO e os dispositivos programáveis de fabricação não é objetivo da empresa. Afirma um entrevistado: "o SINPRO está voltado para as peças, e não para os meios de produção (...) a programação dos robôs para identificar o carro A ou o carro B é anterior ao SINPRO, é feita por sensores que acionam este ou aquele programa". Na verdade, parece haver uma opção pelo funcionamento independente dos dois sistemas, por enquanto. Na matriz, porém, existem alas automatizadas através da integração dos sistemas; explica o analista de sistemas: "a autonomia dos robôs em termos de comando é o que nós podemos fazer aqui hoje. Eu posso mudar a programação do robô num nível de dinâmica maior, não necessariamente manual. É manual hoje".

O gerente de informática da empresa, em declaração à imprensa, afirma que ⁽¹⁾: "essa facilidade (o SINPRO) é a base do sistema de vendas por encomenda, que a empresa imagina estar operando a partir do início da próxima década. Toda essa flexibilidade, todavia, de nada adiantaria caso a logística de produção continuasse sendo tocada nos moldes atuais, com todos os controles realizados manualmente e as comunicações entre as diversas alas da fábrica realizadas por telefone, malote ou telex. Também nessa área os computadores passarão a ter participação ativa ... os veículos hoje fabricados têm,

(1) Declaração publicada em jornal (Gazeta Mercantil, 23/04/86).

em média, 5 a 6 mil itens, cuja entrada na linha de montagem, dentro do sistema de produção por encomenda, terá de passar a acontecer de maneira absolutamente ordenada e precisa. Já o gerente de planejamento da produção (engenharia de processos) da empresa afirma que⁽¹⁾: "a maior vantagem do sistema a ser adotado está na possibilidade de um planejamento mais eficiente da produção. O simples estabelecimento de uma ordem mais adequada de entrada dos automóveis na linha de montagem deverá permitir-nos um aumento de 20% na capacidade de produção com o mesmo efetivo de pessoal".

(1) Idem nota anterior.

5.3 - NA ESFERA DA ENGENHARIA

A modernização tecnológica por que passa a esfera da engenharia - em especial a engenharia de processos, que é nosso principal foco de atenção - apresenta como principal característica a incorporação de recursos de processamento eletrônico de informações. Este processo de modernização tecnológica, visto aqui sob o ponto de vista da incorporação de recursos informacionais, encontra-se em fase bastante mais embrionária do que era de se supor previamente à realização da pesquisa de campo: esperava-se encontrar na empresa um grau maior de utilização destes recursos e, principalmente, uma maior integração entre a esfera de engenharia e as esferas de fabricação e coordenação; observou-se, entretanto, uma certa defasagem entre o grau de automatização/informatização da engenharia e o das outras esferas. Mesmo que não seja possível quantificar este "grau", ele está, indubitavelmente, afastado tanto daquilo que constitui o paradigma internacional de automação da produção na indústria automobilística quanto do próprio discurso dos engenheiros e técnicos da empresa a respeito do nível em que utilizam-se dos equipamentos de informática aplicados à engenharia.

O primeiro recursos de importância em uso pela engenharia da planta é o CAD (Computer Aided Design). O objetivo fundamental da instalação do CAD na empresa é: a) automatizar tarefas de projeto; b) construir um banco de dados único, centralizando todas as informações necessárias para o desenvolvimento de projetos de engenharia, tanto de produto quanto de processo; c) garantir elevado grau de fidelidade de informações; d) garantir a integração, em dois sentidos: integração entre os setores da empresa que desenvolvem projetos (integração horizontal) e integração entre projeto e produção. Estes são os

objetivos mencionados pelo coordenador do programa de CAD/CAM na empresa. O mesmo coordenador justifica a necessidade desse sistema a partir das condições impostas pelo atual estágio de competição do mercado automobilístico, já que o CAD permite "aumentar a flexibilidade da produção, tornar ainda melhor a qualidade e agilizar o lançamento de novos produtos". A adoção de sistemas CAD e o objetivo de integração são, assim, decorrentes da necessidade de redução do tempo de projeto.⁽¹⁾ Avalia-se que, utilizando-se do padrão tradicional de organização da atividade de projeto, a empresa leva, em média, de 50 a 60 meses entre a concepção inicial do produto e o início da fabricação. O coordenador do programa de CAD avalia que essa cifra seja de por volta de 25 meses nas corporações japonesas.

O software de CAD/CAM em fase de implantação na filial brasileira da empresa apresenta as seguintes principais técnicas:

- Software não apenas visual (desenho). Tratamento matemático associado, incluindo módulo para cálculo de superfícies, elementos finitos e outros. Concepção 3D (tri-dimensional) em algumas das estações. Ligação com CN (comando numérico) para o projeto de ferramentas e associação com máquinas operativas existentes na ferramentaria.
- Possibilidade de integração com os sistemas de manufatura e informação (controle de produção e documentação). Uma única porta de entrada para o usuário (banco de dados integrado e centralizado).

(1) Vide Capítulo 2, item 2.3.3.

- Compatibilidade total com os sistemas do grupo internacional, permitindo "conversação" entre os sistemas da matriz, desta filial e de todas as outras que operem com o mesmo recurso: "este é o ponto nevrálgico destas características", conforme ressalta o coordenador do programa.

Na matriz há um grupo, que reúne as áreas de produção, qualidade e organização, responsável pela definição da estratégia de implantação de CAD para todas as filiais; em outubro de 85 este grupo recomendou à filial brasileira a utilização do sistema Euclid, com hardware IBM. Note-se que estas informações, fornecidas pelo coordenador, demonstram que é bastante recente a definição do software e do hardware a serem utilizados no país. Por outro lado, desde 82 existe um grupo de trabalho interno à filial para planejar a introdução deste recurso na planta. Em visita que havíamos feito a essa mesma empresa, no final de 83, encontramos instalada uma estação CAD, para teste; é até certo ponto surpreendente que apenas em outubro de 85 tenha havido uma decisão definitiva, oriunda da matriz. De qualquer modo, esta demora refletiu-se em um "atraso" da empresa em relação aos concorrentes no emprego extensivo do recurso.

A estratégia de implantação do CAD prevê o término desta fase no início dos anos 90. O projeto está, entretanto, sujeito a modificações, em função da evolução do que se utiliza na matriz e das decisões dos concorrentes. Prevê-se uma evolução modular do sistema, ativando gradativamente funções à medida em que o banco de dados vai se tornando mais denso em informação. As peças a serem inseridas no sistema devem ser apenas de fabrico interno, já que não se quer inserir informações de fornecedores nesta fase. Em termos de mão-de-obra, espera-se

ter, até 1992, de 1 000 a 1 200 profissionais habilitados a operar as estações de trabalho e os periféricos, bem como a realizar a manutenção do software e a operar o sistema operacional. Entre estes profissionais deverão encontrar-se muitos dos profissionais formalmente habilitados em engenharia, com tempo relativamente curto de casa⁽¹⁾ e que obterão uma qualificação extra.

Nas entrevistas realizadas junto aos engenheiros das áreas de engenharia de processos, especialmente no setor de armação, procuramos levantar o que de real tem sido feito a partir do uso dos equipamentos CAD. Neste setor há três estações 3D (Intergraph), que funcionam sem conexão com o mainframe que deverá integrar todas as estações, futuramente.

O trabalho mais freqüentemente realizado no CAD por esse setor é a "plotagem" de lay-outs. É visível a economia em termos de trabalho de desenho na confecção dos lay-outs, principalmente quando se tratam de estudos sujeitos a constantes reformulações. Diz um engenheiro (eletrônico, com três anos de casa); "hoje eu peço a plotagem de uma parte de lay-out, o que antes dependia de cópia heliográfica etc. Outra coisa: tenho agilidade de informação em termos de atualização, a informação é mais precisa, mais clara, mais objetiva ... melhora o fluxo de informações e elimina-se a necessidade de pedir cópias à secretária". Quando estivemos visitando a sala dos terminais, observamos que nas três estações de trabalho estavam sendo realizados os seguintes trabalhos: na primeira, a modificação de um lay-out que já estava arquivado no banco de dados do computador. Na segunda, o desenho de um for-

(1) Vide Capítulo 6, item 6.5.

mulário padrão para utilização em estudos de MTM. Na terceira estação estava sendo desenhado um ábaco para visualizar os limites de produção de carrocerias dos vários modelos (uma espécie de espaço de soluções de um programa de programação linear). Apensar destas amostras ser bem pouco significativa do trabalho que é realizado com as estações CAD, não deixa de ser verdadeiro que o desenho de formulários ou ábacos é uma atividade na qual o CAD está sendo sub-utilizado. A impressão que se tem, a partir do que expõe o engenheiro e dos trabalhos acima citados é que o sistema é realmente sub-utilizado e tem um papel de familiarização de mão-de-obra de engenharia: não é, ainda, operacional. Os engenheiros, no entanto, fazem questão de mostrá-lo, para impressionar o visitante em relação "ao estágio de modernização em que estamos", valorizando assim sua qualificação e mostrando sua adesão ao novo recurso (a observação quanto à economia do trabalho da secretária é totalmente inócua enquanto justificativa para a adoção do sistema).

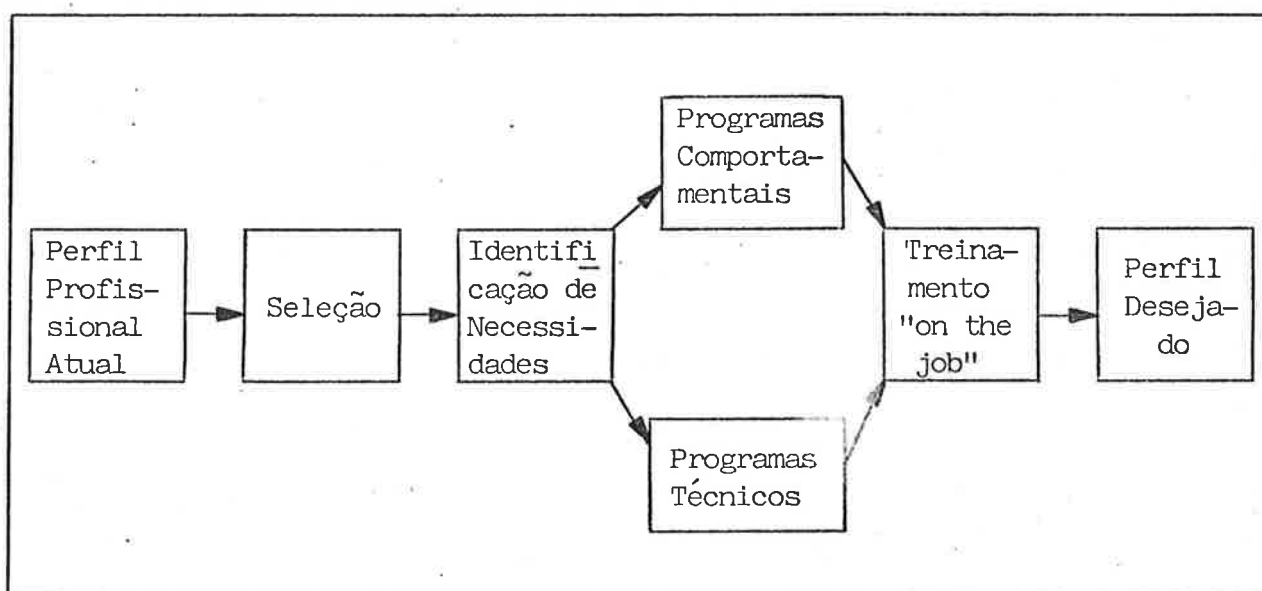
A mão-de-obra que está sendo qualificada para a operação deste sistema é formada basicamente pelo pessoal mais novo e com diploma superior. Há outros indivíduos (técnicos de segundo grau, recrutados na própria empresa) que receberam treinamento para a operação do hardware. O processo de treinamento dos profissionais que serão usuários das estações de trabalho foi esquematizado pelo coordenador do programa de CAD como se observa na Figura 5.5.

O "paralelismo" entre os programas técnicos e os programas comportamentais demonstra a necessidade de construção, para a mão-de-obra de engenharia, de uma "postura" em relação ao novo recurso que, sendo parte do conjunto de modernização que constituem a adoção no novo paradigma tecnológico, deve

ser absorvido pelos engenheiros como sendo a "sua parcela" dentro da modernização "que atinge desde o operário até o presidente da empresa". Usando outras palavras, o coordenador do programa de CAD diz que "é papel do grupo gerencial oferecer e planejar o treinamento, o suporte e o envolvimento de seus colaboradores".

Figura 5.5

PROCESSO DE TREINAMENTO PARA O CAD



O segundo recurso que vem sendo introduzido na atividade de engenharia são os microcomputadores. Também neste caso a empresa parece estar em um estágio menos avançado do que se encontram muitas empresas, tanto no setor automobilístico como fora dele.

O programa de disseminação de microcomputadores na engenharia prevê a distribuição destes equipamentos em todos os setores de engenharia. Na área de sistemas da empresa há um grupo de suporte ao usuário, que oferece cursos de formação, providencia a manutenção dos equipamentos e eventualmente

auxilia o pessoal da engenharia no desenvolvimento do software aplicativo (uma espécie de Centro de Informações).

Os engenheiros dos setores de engenharia de processos que foram por nós consultados indicaram que os equipamentos recebidos servem para familiarização com o novo recurso. Não há nenhum plano que preveja a utilização orientada dos microcomputadores; os engenheiros receberam treinamento básico em lógica de programação, linguagem Basic e pacotes de gerenciamento de bancos de dados, planilhas eletrônicas e processadores de texto. A seleção dos elementos para receber o treinamento ficou a cargo das chefias de departamento e seção, tendo sido dada preferência aos indivíduos mais jovens, com algum conhecimento prévio ou predisposição para o aprendizado do novo recurso.

O desenvolvimento de aplicações fica, assim, por conta de cada área, em função da mão-de-obra disponível e de seu grau de aprendizado e interesse: as áreas que contam com elementos mais jovens têm se desenvolvido mais, procurando explorar os recursos dos micros para aplicações internas; as áreas que contam com profissionais menos familiarizados com a microinformática - ou com as novas tecnologias em geral - tem estado mais atrasadas no domínio do equipamento disponível e enfrentam problemas de resistência.

A área de planejamento da armação, por exemplo, mais familiarizada com aplicações de recursos microeletrônicos na fabricação e com o CAD, está aplicando um pacote de banco de dados para a construção de um acervo de informações a respeito de desenhos e especificações de cada projeto em andamento ou já realizado, para permitir a recuperação de informações e evi-

tar a realização de trabalhos duplicados. A escolha desta aplicação foi feita internamente à área, pelo próprio gerente. O desenvolvimento do sistema é feito por pessoal interno, com eventual apoio da área de sistemas. A elaboração de orçamentos tem sido feita também através dos microcomputadores, utilizando planilhas eletrônicas. De modo geral, as aplicações não obedecem um plano integrado, nem mesmo dentro da área.

Já na área de planejamento da montagem final, é evidente a utilidade do computador para a realização do balanceamento das linhas com o armazenamento de informações a respeito de seqüências de montagem, tempos de montagem, capacidade de cada linha ou posto etc. Esta aplicação estava sendo desenvolvida e implantada, mas a chefia (indivíduo com 20 anos de casa) fez questão de ressaltar, ao lado da utilidade do sistema, os problemas: "o micro apaga, perde programa, o disquete risca ... mesmo assim nós fizemos uma vez". É evidente, apesar da utilidade, a resistência em incorporar a inovação que, entretanto, tem que ser usada "porque nós não podemos ficar para trás...".

A área de sistema prevê a utilização dos microcomputadores como terminais de um "mainframe" (computador de grande porte), no qual a documentação dos projetos esteja arquivada e facilmente acessável. A primeira aplicação nesse sentido é o "sistema de informatização do plano de fabricação"⁽¹⁾. Este sistema deverá permitir a elaboração dos planos de fabricação através de terminais de vídeo. Os planos deverão ficar centralizados no mainframe, em um arquivo para o qual há acesso por parte de todos os setores para os quais essas informações são relevantes (engenharia de produto, de processo e fabricação), de forma hierarquizada.

(1) Sobre o plano de fabricação, vide Capítulo 6.

Percebe-se, numa análise global, que a modernização tecnológica na esfera da engenharia segue o padrão internacional da indústria automobilística, em termos dos recursos que vem sendo incorporados - CAD, microcomputadores, bancos de dados com acervo tecnológico em mainframes - e dos objetivos que são perseguidos - aumento de produtividade do trabalho de engenharia, em termos de redução do tempo de projeto através da documentação padronizada das informações tecnológicas em meios que permitem fácil e rápida armazenagem e recuperação. No entanto, o volume de aplicações, nesse sentido, é ainda extremamente restrito e incipiente. A experiência com CAD é bastante recente e parece ter havido uma fase de experimentação e familiarização bastante longa. A integração CAD/CAM é inexistente, e a integração engenharia-fabricação através de algum recurso automatizado ocorre apenas na ferramentaria, onde são desenvolvidos alguns programas de comando numérico em terminais de mainframe, através de linguagem APT que são rodados posteriormente nos processadores de máquinas-ferramenta CN.

A experiência com a manipulação de informações tecnológicas é também bastante restrita e enfrentam-se problemas, como no caso da montagem final.

A explicitação da tecnologia, conforme o modelo de Almeida (1981), e a integração entre as esferas da engenharia e da fabricação, conforme propõe Kaplinsky (1985)⁽¹⁾, características do processo de modernização e automação, são tarefas ainda a serem realizadas na planta; encontramos, no momento da pesquisa, contudo, algumas indicações a respeito de planos existentes na montadora no sentido de aprofundar a utilização de recur

(1) Vide Capítulo 2, itens 2.1 e 2.2.

tos computacionais na esfera da engenharia, bem como na integração com a esfera da fabricação. O gerente da área de informática da montadora afirma⁽¹⁾ que os investimentos previstos na área de informática para os próximos anos, até o final da década, chegam a US\$ 100 milhões e explica que "o projeto de cada nova peça, por exemplo, passará a ser executado a partir de informações armazenadas no banco de dados central do grupo na matriz e que estarão disponíveis, a qualquer momento, nas telas dos terminais de computadores que serão instalados nas fábricas do Brasil". O mesmo gerente estima que "quando tudo estiver funcionando, o tempo gasto pela empresa para desenvolver completamente um novo automóvel será reduzido dos atuais cinco a seis anos para algo próximo de três a quatro anos. É um ganho de velocidade indispensável quando se pensa em manter uma presença sólida no mercado internacional (...)"

Essas afirmações, ao mesmo tempo que indicam um caminho bem definido no sentido da modernização, ao serem confrontadas com o estágio atual de utilização dos recursos de processamento de informações mostram que há uma grande distância em relação a onde se pretende chegar.

(1) Gazeta Mercantil, 23/04/86.

5.4 - A ESTRATÉGIA GLOBAL PARA A INTRODUÇÃO DE INOVAÇÕES

Neste item procuramos apresentar um primeiro quadro da estratégia de modernização, tal como é exposta pelos vários agentes envolvidos na sua implementação. Em particular, apresentamos a visão da chefia intermediária da área de informatização dos processos de produção e de automação industrial. Ao lado desta, procuramos apresentar, também as visões dos técnicos da área de informatização de processos e dos engenheiros de processos.

Começamos pela visão da chefia da área de informatização dos processos de fabricação. O indivíduo entrevistado ocupa um cargo chave nesse processo, na medida em que centraliza a execução da política de modernização tecnológica definida pela direção da empresa. Essa função foi recentemente definida (há menos de um ano do momento da pesquisa), e todos os procedimentos executivos em relação à implantação de quaisquer dispositivos ligados à automação industrial ou à informatização de processos passaram a ser centralizados em sua seção.

Segundo o entrevistado, o planejamento de ações na área de automação industrial iniciou-se com a tecnologia CAD/CAM, especificamente com CAD, para o qual foi formado um grupo de trabalho em 82, quando "foi feito um levantamento de informações, um trabalho inicial de divulgação, de visitas e pesquisas na área de CAD/CAM e a partir desse trabalho de posicionamento geral se começou a desenvolver um trabalho de "planejamento funcional".

Participam do grupo de trabalho chefias tanto da área de informática de processos quanto das diversas áreas de enge-

nharia. Esse grupo é uma espécie de "time", onde elementos de confiança da direção da empresa participam para elaborar tecnicamente as alternativas de desenvolvimento na área. Posteriormente, o grupo de CAD/CAM ampliou suas atividades para abarcar o conceito de CIM (Computer Integrated Manufacturing), passando a centralizar a política de automação industrial como um todo na empresa.

O grupo de trabalho de automação industrial, coordenado pelo entrevistado, tem enfrentado problemas para coordenar efetivamente as ações nessa área. Um dos principais problemas citados é relativo à conceituação dos termos nessa área. Veja-se este trecho de entrevista: "para o caso de automação industrial nós encontramos alguma dificuldade em conceituar o que é controle de processos, instrumentação, robótica, o que é automação de manufatura como um todo. O problema de terminologia tem pegado e temos tido dificuldade quando vamos defender algum tipo de atuação planejada e as áreas falam 'isso é um assunto de planejamento de processos, de máquinas novas, não sei o que tem a ver com automação ...' ou 'eu preciso é me modernizar e não preciso estar pedindo diretriz ou orientação ou satisfação ...'".

Essas declarações - até certo ponto surpreendentes, em se tratando da coordenação de uma empresa onde o processo de modernização/automação é profundo e praticamente irreversível - mostram que a profusão de conceitos que se superpõem, nesse domínio, tem tido um efeito contrário em relação a facilitar a conjugação de ações por parte de elementos técnicos envolvidos. As "áreas" a que se refere o entrevistado e que se mostram resistentes à coordenação são áreas de engenharia de processos, cujos profissionais têm a tarefa de especificar e implantar os equipamentos onde está aplicada a nova tecnologia. Com-

pleta o entrevistado: "o volume de processos de automação é muito grande, estamos hoje discutindo uma base de cem projetos que estão interagindo em toda a empresa, principalmente equipamentos importados, e cada um foi tratado de per si, não existe muita coordenação nisso, existem coordenações setoriais, mas não uma coordenação de automação geral. Ainda não temos, hoje, a coisa seguindo uma filosofia ampla. Temos um espelho, com muita certeza um modelo de espelho que principalmente vem do que é feito na matriz e aqui, na filial, existem pessoas que orientam esse tipo de trabalho, como é o caso de X (chefe do departamento de planejamento da armação), que tem orientado a parte de robótica". A empresa, através da área do próprio entrevistado, contratou, para dar conta desse problema, uma empresa consultora para elaborar um trabalho estritamente conceitual a respeito dos termos englobados no conceito de automação e do estado da arte de suas aplicações (ao qual tivemos acesso não oficial).

O entrevistado, enfatizando as dificuldades enfrentadas, assim define os objetivos de seu trabalho na atual situação: "a ação já está em marcha e ainda não temos um esquema totalmente planejado. Então nosso objetivo é: primeiro, conceituar o problema, tentando levantar o espectro do que representa a automação industrial. Para isso, usamos serviços de consultoria. Depois, em cima desse espectro, construir um modelo de uma situação que envolve principalmente o contexto de comunicação industrial, de redes no ambiente industrial. A partir desse modelo, vamos começar a levantar os dados e desenvolver ações".

O grupo de trabalho entende que enfrentou dificuldades iniciais porque este "é um processo novo, que se transforma e ainda não está completamente assentado. Mas assim é menos com-

plicado do que tratar a automatização industrial integradamente". "O CAD é visível, a ação é palpável, você mostra algumas aplicações, leva as pessoas, faz um trabalho, palestras e as pessoas se motivam, sentem o problema". Já em relação à automação industrial "a coisa assume uma dimensão muito grande e a coisa passa a parecer meio fantástica; pensar numa indústria tipo 'projeto Saturno' como a gente está fazendo é um investimento violento, uma coisa fora de proporção para a gente poder colocar aqui de uma forma íntegra, completa (...) então é preciso discutir objetivamente o problema, começar a definir critérios, diretrizes, para poder prosseguir no contexto de automação industrial de uma forma planejada, não traumática, não conflitante, sem lacunas".

Na prática, o que há efetivamente implantado em termos de automatização foi feito através de iniciativas ou de ações individuais, ou melhor, tratadas caso a caso pelo nível decisório da empresa. É o que ocorreu com o CAD, com a implantação de máquinas a comando numérico na ferramentaria ou com os dispositivos programáveis da área de armação. A tentativa de integração dessas inovações esbarra, porém, na inexistência de um planejamento operacional e detalhado, que leve em conta as condições locais de transposição daquilo que o entrevistado chama de "espelho da matriz". As iniciativas individuais decorrem de necessidades pontuais bem identificadas, como no caso da armação ou do projeto SINPRO. Explica o coordenador de automação: "é claro, é óbvio que se qualquer empresa vem te oferecer um processo, ela consegue te convencer rapidamente uma máquina automática é melhor que uma convencional. Você vê aquilo, está estampado, diz OK. Agora, daí a ela significar tudo aquilo que foi vendido, tudo o que ela tem potencialidade de fazer, tem um caminho que não é muito esclarecido...".

Boa parte da preocupação implícita ou explícita na visão da coordenação da estratégia de modernização localiza-se na forma pela qual os elementos técnicos envolvidos encaram o problema e na maneira pela qual se tornam envolvidos e motivados. A dificuldade de implementação da estratégia se encontra tanto na dificuldade de elaborar um planejamento factível como em tornar esse planejamento algo absorvível pelo pessoal técnico. Diz o entrevistado: "sem dúvida, o contexto de automatização industrial, de automação de manufatura, de CIM, tudo isso é colocado com um objetivo maior, só que fica muito intangível para visualizar a curto e médio prazo, então as pessoas dizem 'é por aqui? Então vamos em frente, eu tenho que fazer, é por aqui, vamos lá!' Mas se não houver um cuidado - e está havendo uma explosão de encomendas nessa área, por parte do pessoal técnico -, se não houver uma orientação, uma visão de conjunto, corre-se o risco de partir para coisas que não serão convergentes no final".

Da mesma forma que a coordenação enfrenta problemas em relação à conceituação e à disseminação desses conceitos de maneira operacional no interior do grupo técnico, ela própria está sujeita a uma orientação que vem do exterior, da direção nacional e internacional do grupo, que aponta como diretriz básica a modernização. Isso fica explícito: "a orientação da nossa matriz coloca que a prioridade um é racionalização, automação, mecanização. Isso não é uma coisa sem um plano maior, só que o plano é bem mais alto e existe um 'gap'. Então as pessoas estão estimuladas a fazer, a parte superior da empresa tem já sensibilidade e existe um 'voto' no sentido de 'vamos por aí'. Agora, o esquema tático-operacional está sofrendo um pouco de dificuldade com a ausência de um modelo que oriente". E o entrevistado completa: "o que nós achamos é que esse modelo é im-

portante num plano técnico; no plano político já foi: hoje, se você falar com qualquer um de dentro, o caminho é esse, a opção é essa". O que acontece é que o caminho é difícil de definir, no sentido operacional.

A existência de um paradigma que define o rumo, em grandes linhas, da modernização é reconhecida no nível da coordenação: "você vai em qualquer indústria e se conversa sobre a mesma matéria (...) não existe polêmica sobre se deve ser feito. Existe sobre como isso deve ser feito".

As polêmicas sobre como "isso deve ser feito" apontam para o tipo de processo que se vai usar em termos de equipamento e de grau de automatização, em relação à situação de onde se parte. É nesse ponto que surgem alternativas: "não vai me resolver nada fazer um teste instrumental a bordo de um carro, quando a parte seguinte desse teste terá que ser feita com um calhamaço enorme de papel que vai levar meses". Na área de robótica, por exemplo, o entrevistado afirma que não se pensa em planos muito audaciosos a nível de criar todo um esquema comandado: "é uma coisa ainda fixa, é quase que uma substituição de processos sem evolução muito maior. Para sair desse estágio e passar para outro tem um "gap" que é o plano estratégico que vai ligar". Há criação de gargalos muito grandes entre fases do processo cujos graus de automatização são diferentes, e a automação às vezes aparece como inviável, ou seus resultados não aparecem integralmente.

Para completar o quadro das visões existentes no corpo técnico em relação à estratégia de modernização, é interessante abordar as diferenças existentes entre o pessoal da área de informática de processos e os engenheiros de processos. O

modo como esta estratégia se apresenta para uns e para outros é diferente e daí decorrem conflitos, potenciais ou abertos entre as duas áreas.

Na exposição do início desse item é possível identificar, em algumas afirmações do coordenador entrevistado, algumas resistências à coordenação por parte dos engenheiros de processo. Estes, apesar de imbuídos do objetivo de modernização, incorporado à sua visão de maneira inevitável, têm um papel em relação ao processo de fabricação que é diferente do pessoal de sistemas. No planejamento do processo de fabricação, o engenheiro está preocupado com a qualidade do processo, com a redução de retrabalhos, com o rendimento dos operadores e do processo em si. A lógica da modernização, para eles, é realmente intangível se se pensar na integração da planta enquanto conjunto; seus problemas são mais específicos, girando em torno de evitar lixamentos, obter precisões adequadas, tornar a operação repetidamente regular etc. A modernização, para o corpo dos engenheiros de processo, é um processo no qual eles próprios são afetados. Tanto os novos meios de fabricação que devem ser incorporados nas linhas como o CAD representam novidades que devem ser aprendidas. A compreensão da lógica e da estratégia de modernização da planta, por parte dos engenheiros, demanda um esforço de absorção da orientação que desce da direção e, para isso ocorrer, é preciso uma disposição do grupo técnico que se obtém a partir de mecanismos simbólicos, de visão do mundo e da fábrica. A preocupação com esse aspecto parece clara para o coordenador da estratégia de modernização, cuja preocupação com a existência de um plano exequível está voltada, em parte, para esse grupo.

Já no caso do "pessoal de sistemas", o processo é diverso: ele é endógeno e mais fácil, porque a participação desses profissionais na esfera da fabricação é recente e se deve ao próprio processo de modernização. A informática é, ao mesmo tempo, ferramenta de trabalho desses profissionais e característica mais essencial do processo de modernização. Assim como o envolvimento dos engenheiros de processo é uma tarefa a ser executada pela direção, através das chefias intermediárias, o envolvimento do "pessoal de informática" é dado a priori, o que não acontece com os engenheiros, para quem "conversas" com analistas de sistema, de software e de hardware é algo recente. Apesar dessa análise ser um tanto impressionista, esses elementos se manifestam no momento em que os engenheiros são questionados a respeito dos porquês da automação ou da modernização; sua visão é bem menos abrangente do que a dos analistas de sistema. Estes, ao trabalharem em projetos como o SINPRO, têm necessariamente que compreender a lógica da integração da planta como um todo, e trabalham com um pressuposto de que "a modernização vem sempre de mãos dadas com a informática; o caminho da modernização é o da aplicação da informática na produção, e a tecnologia é aquela em vigor na Europa, nos EUA, no Japão etc."

CAPÍTULO 6

A ENGENHARIA

No capítulo anterior fizemos um levantamento das principais inovações tecnológicas implementadas na planta pesquisada. Neste capítulo, procedemos à descrição e análise do processo de trabalho no interior da esfera de engenharia da empresa. Nosso foco de atenção está centralizado na atividade de engenharia de processos, responsável pela absorção e desenvolvimento de tecnologias para aplicação nos processos de fabricação.

6.1 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E ATRIBUIÇÕES

A atividade de engenharia na empresa está organizada através de um conjunto de órgãos ou setores de trabalho. Os níveis hierárquicos existentes na engenharia obedecem à mesma estrutura que prevalece em todos os outros setores da empresa, seguindo a seqüência "diretoria-área-divisão-departamento-seção".

Na Figura 6.1 apresentamos um organograma parcial da empresa, através do qual é possível observar a maneira como está formalmente organizada a atividade de engenharia.

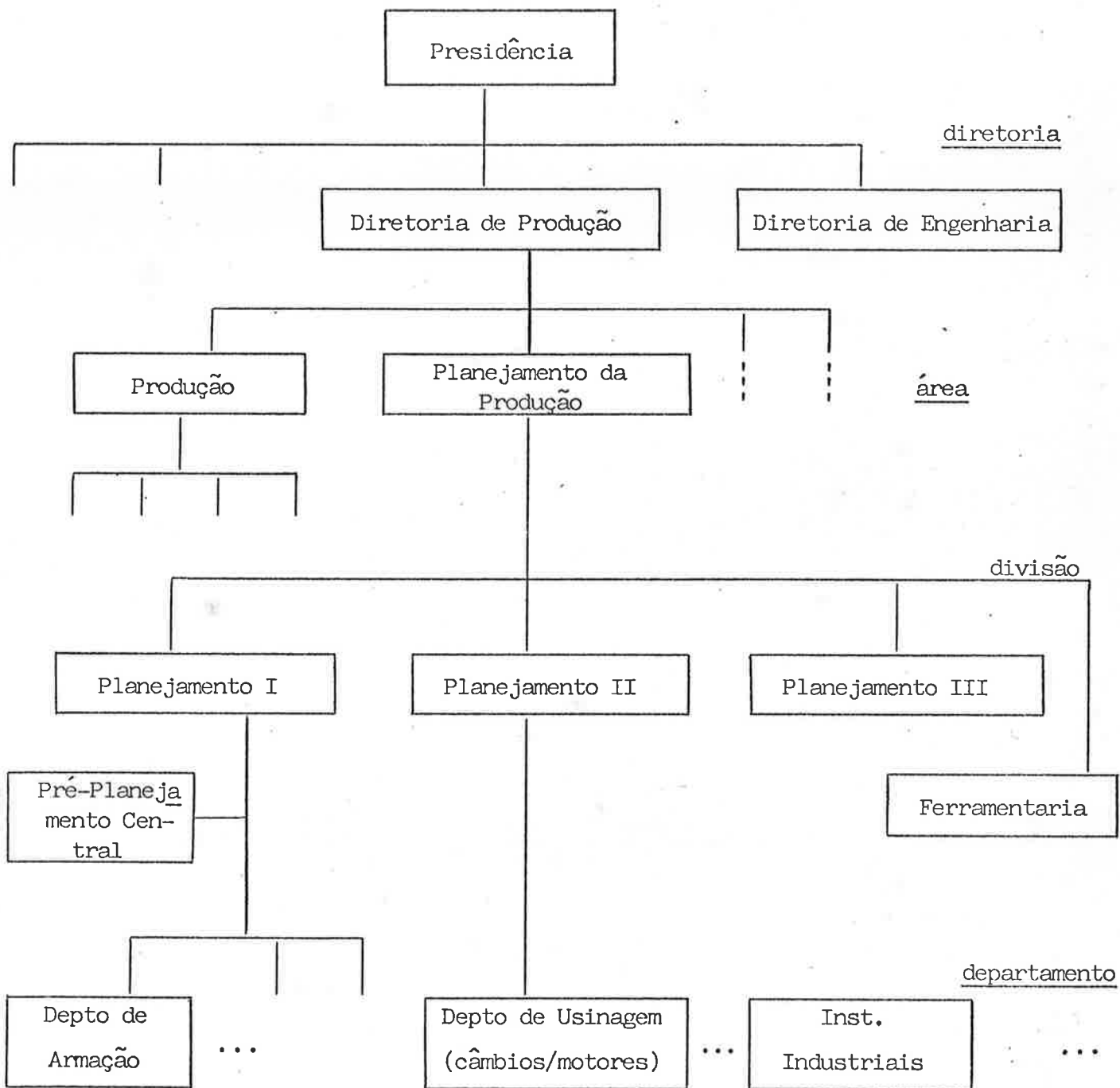
A atividade específica de engenharia comporta uma divisão clara de trabalho entre engenharia de processo e engenharia de produto. A primeira está diretamente subordinada à diretoria de produção, à qual estão também subordinados todos os setores de fabricação.

A engenharia de produto tem uma diretoria própria (Diretoria de Engenharia), reportando-se, portanto, diretamente à presidência da Empresa.

A engenharia de processo não é denominada "engenharia" de acordo com a nomenclatura oficial da empresa; todas as atividades que compõem a engenharia de processo estão distribuídas pelas divisões de "planejamento".

No contexto da atividade de engenharia dentro da empresa, a engenharia de processos desempenha papel de vital importância: é ela que, em última análise, faz a intermediação entre as decisões de nível estratégico da empresa no que tange

Figura 6.1
ORGANOGRAMA PARCIAL DA EMPRESA



ao estágio tecnológico a ser empregado no processo de produção como um todo e à implementação concreta dos conhecimentos tecnológicos no "piso da fábrica" de acordo com a estratégia definida pela direção da empresa. Isso implica, em outras palavras, a execução de um trabalho que traduz, decodifica e detalha as decisões da direção em forma de especificações a respeito da forma específica de organização do processo de trabalho na fabricação. O papel da engenharia de processos é gerar - no sentido proposto por Almeida (1981)⁽¹⁾ - a tecnologia, definindo concretamente como serão produzidos os veículos na planta pesquisada.

A atividade de engenharia de processo está subdividida em três grandes divisões: Planejamento I, Planejamento II e Planejamento III. A separação básica entre as divisões refere-se a três grandes grupos de atividades do processo de fabricação do automóvel: o Planejamento I engloba a fabricação do corpo do veículo, a carroceria, incluindo desde a estamperia até a montagem final. O Planejamento II engloba a fabricação das partes mecânicas do veículo: motores, eixos, câmbio, suspensão, freios. Já o Planejamento III engloba as atividades denominadas "instalações industriais", isto é, a infra-estrutura da planta; no Planejamento III estão incluídos o projeto das instalações de correntes transportadoras, fluxo de materiais e instalações de suporte: transformadores, trocadores de calor, rede elétrica e hidráulica em geral, além dos dispositivos da linha de tratamento e pintura de superfícies (a pintura).

Os departamentos englobados pelas divisões de Planejamento I e II estão associados a correspondentes departamentos de fabricação, subordinados à área de Produção. Para exemplifi-

(1) Vide Capítulo 2, item 2.1.

car, o Departamento de Planejamento da Armação, responsável pela engenharia do processo de armação dos veículos, trabalha em contato direto com o Departamento de Armação, que faz a gestão do processo de fabricação propriamente dito. É ao Departamento de Armação que se encontra subordinada a mão-de-obra produtiva e de supervisão do trabalho nas linhas - operários, líderes, feitores e mestres. O mesmo se passa com todos os outros departamentos de planejamento, que trabalham em contato direto com os departamentos que administram a fabricação propriamente dita.

Junto à Divisão de Planejamento I existe, além dos departamentos a ela subordinados, um setor que no momento da pesquisa ainda não tinha status formal de departamento e que era entendido como "staff": o pré-planejamento central. Este setor responsabiliza-se pela coordenação do processo de projeto, objetivando integrar as atividades desenvolvidas isoladamente por cada um dos departamentos de planejamento e pela interface entre os planejamentos e a engenharia, ou seja, é o responsável pela vinculação técnica entre a engenharia de processos e a engenharia de produto. No item 6.4 abordaremos a forma pela qual ocorre esta interface e o papel desempenhado por esse setor.

A análise do organograma da empresa no que se refere à organização da atividade de engenharia leva a algumas observações.

Inicialmente, observa-se que a ferramentaria ocupa um nível hierárquico na organização equivalente ao da engenharia de processo ainda que, do ponto de vista da divisão do trabalho existente na empresa, a ferramentaria seja exclusivamente

receptora de projetos, desenhos e especificações oriundos da engenharia de processo. Sua importância estratégica na construção dos meios produtivos outorga-lhe, no entanto, um espaço na estrutura organizacional equivalente ao da engenharia de processo.

Maior destaque cabe ao fato de que a atividade de engenharia de processos não seja reconhecida como "Engenharia" pela cultura da organização. Um dos fatos que contribuem para isto é a constatação de que boa parte dos indivíduos que executam esta atividade e estão alocados nas divisões de planejamento não possuem a habilitação formal em engenharia,⁽¹⁾ apesar de realizarem todas as tarefas que compõem o planejamento dos processos de produção, desde a incorporação de tecnologia de origem externa à organização, até o desenvolvimento interno de tecnologia, passando pela elaboração de projetos de meios e dispositivos de produção, de arranjos físicos das áreas produtivas (lay-outs), elaboração de planos de fabricação etc.

O não emprego da denominação "engenharia" ("de processo", ou "de fábrica", "industrial", "de produção" etc., como encontramos comumente em outras empresas do setor industrial ou do próprio setor automobilístico) para o agrupamento que verdadeiramente desempenha esta parcela da atividade de engenharia denota uma certa desvalorização da atividade no universo cultural da organização. Ao mesmo tempo, denota uma valorização da atividade de engenharia do produto, conhecida na Empresa simplesmente como "a engenharia".

(1) Não tivemos acesso a dados quantitativos a esse respeito. Todas as informações, porém, apontavam neste sentido.

Esta diferenciação tem pelo menos duas origens: de um lado, toda a estrutura organizacional da empresa é reprodução fiel da estrutura organizacional existente na matriz, incluindo-se as subdivisões em setores, as relações de subordinação e hierarquia e mesmo as denominações dos setores, que são traduções literais das denominações na língua do país de origem da Empresa.

Por outro lado, o desenvolvimento histórico da indústria automobilística implicou, em relação às atividades de engenharia como um todo, um privilegiamento da engenharia de produto vis-à-vis a engenharia de processo.⁽¹⁾

Assim, do ponto de vista da cultura e da linguagem da empresa, "engenharia" é a engenharia de produto e "planejamento" é a engenharia de processo.

Dessa diferenciação na qual o planejamento ocupa um "status" inferior em relação à engenharia (de produto), decorre desde logo uma dificuldade para a adoção, por parte da empresa, do novo paradigma tecnológico: requer-se, atualmente, uma capacitação crescente de engenharia de processos, o que se contrapõe à forma histórica do trabalho de engenharia na indústria automobilística em relação a essa atividade, acostumada historicamente a mudanças lentas e/ou incrementais, em geral associadas a mudanças nos produtos.⁽²⁾

Não é, portanto, casual a "desvalorização" sofrida, no interior da organização, pela engenharia de processo; ela,

(1) Vide Capítulo 3, item 3.1.

(2) Vide Capítulo 3, item 3.1.

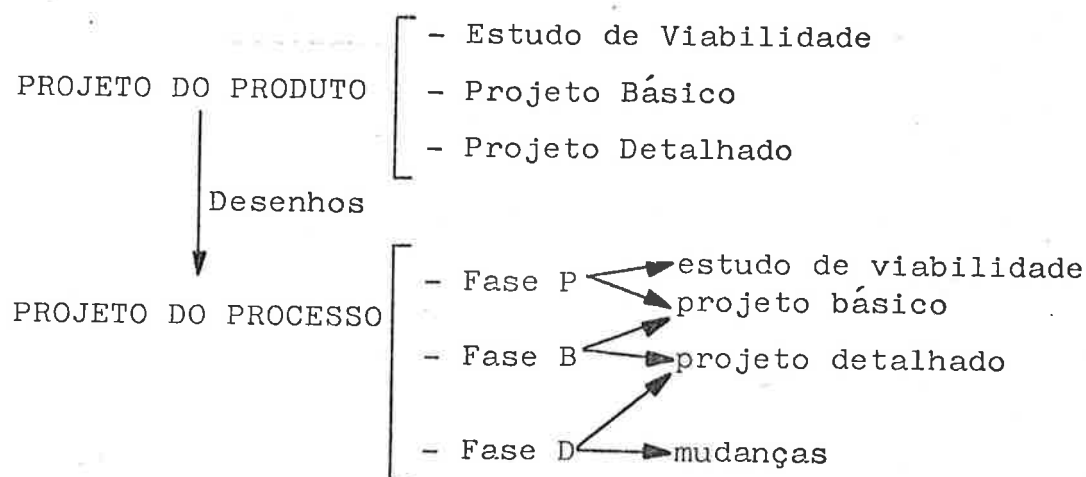
além de ser resultante de uma tendência histórica no setor que vem sendo, no entanto, questionada pelas novas ênfases ao nível da tecnologia postas pela nova situação do mercado e do paradigma tecnológico organizacional, é uma transposição imediata da estrutura organizacional e da nomenclatura empregadas na matriz. Este último aspecto aponta uma das facetas da articulação de dependência da filial em relação à matriz e a existência de uma cultura e uma lógica do grupo como um todo, indicando um fenômeno que não é local ou recente, mas fruto de tendências que se manifestam a nível internacional.

6.2 - O PROCESSO DE PROJETO

O processo de projeto na empresa compõe-se de dois processos distintos e interligados. O primeiro deles ocorre na engenharia de produto, e percorre as três principais fases que constituem um projeto de engenharia: estudo de viabilidade, projeto básico e projeto detalhado. O segundo processo de projeto ocorre na engenharia de processos; é esse processo que descrevemos com maior detalhe neste item. A Figura 6.2 indica as fases do processo.

Figura 6.2

PROJETO DO PRODUTO E PROJETO DO PROCESSO



Projeto do Produto

O projeto de um novo veículo a ser produzido inicia-se na engenharia de produto. A diretoria da empresa no Brasil determina, com o auxílio da área de marketing, o tipo e as características do produto a ser lançado no mercado. Essas especificações básicas são avaliadas e aprovadas pela direção inter-

nacional da empresa, em função de parâmetros que vão desde a situação do mercado automobilístico internacional, as inter-relações entre o grupo e a concorrência tanto no país como no exterior, as perspectivas do mercado externo e interno etc. O esboço do veículo (ou a especificação completa, já que a decisão pode ser a de passar a produzir um veículo já produzido na matriz ou em outra filial) é apresentado à engenharia de produto, que deverá executar estudos e maquetes. É nessa fase que definem-se as características visuais do veículo, bem como sua composição básica (especificações de motor, suspensão, aerodinâmica etc.), em função de parâmetros a serem atingidos: segmento do mercado consumidor a ser atendido, limite de preço no varejo, consumo de combustível, potência útil, conforto interno etc.

Acionada a engenharia de produto, além dos estudos de estilo, esta começa a desenvolver o projeto do veículo. Neste momento, com a concepção básica definida, a engenharia de produto procede ao desenvolvimento de estudos de superfície e de estrutura, de acionamento do veículo e de todos os subconjuntos e agregados que comporão o novo produto. Nesta fase há um intenso fluxo de informações entre a engenharia de produto da filial e da matriz, que pode se materializar através do fluxo de documentos (desenhos e especificações) da matriz para a filial, de consultas a respeito de alterações consideradas necessárias para a produção local do veículo ou mesmo - o que é extremamente comum - de viagens de engenheiros de produto entre os países da filial e da matriz, para familiarização com o veículo (no caso dos engenheiros locais) ou fiscalização (no caso dos engenheiros da matriz).⁽¹⁾

(1) Vide Capítulo 7.

A intensidade com que ocorre a troca de informações tecnológicas entre matriz e filial nesta fase depende do tipo de veículo específico em desenvolvimento: se o veículo é "mundial", ou seja, se está sendo ou será produzido em várias plantas do grupo em países diferentes, o fluxo mais intenso é de desenhos e especificações da matriz - que centraliza a engenharia do produto mundial - para a filial, acompanhada de consultas sobre alterações solicitadas pela filial à matriz. Se o veículo é local, ou seja, se a engenharia de produto local é responsável pela geração de especificações (o que é incomum), o fluxo será equilibrado entre consultas de ambas as partes e autorização da matriz que, em um caso ou no outro, dá a última palavra, já que um eventual projeto local levará, necessariamente, a marca do grupo pela qual é responsável, em última instância, a matriz.

Ainda nesta fase, concomitantemente com o desenvolvimento técnico executado pela engenharia de produto, a área financeira gera o orçamento detalhado do projeto e mantém contato com os resultados do trabalho da engenharia de produto, avaliando eventuais modificações nos parâmetros de investimentos pré-definidos, que podem advir de alterações em especificações.

O projeto do produto caracteriza-se por um processo iterativo entre todos os setores envolvidos até a consolidação do projeto. Deste processo podem participar ainda indivíduos que ocupam postos de confiança distribuídos por toda a organização e que, em princípio, não fazem parte dos setores oficialmente envolvidos nessa fase: é caso do departamento de programação da produção, que detém informações a respeito da capacidade produtiva da instalação potencialmente disponível para o novo projeto ou das chefias dos departamentos de engenharia de pro-

cesso, que dispõem de informações sobre os meios de produção disponíveis na planta, no mercado ou no exterior dos quais se pode lançar mão para executar o novo veículo.

Cabe aqui notar que, até este ponto, o projeto do veículo absteve-se de definições a respeito da forma de produzir, ou da "tecnologia de processo": a engenharia de processo só começa a desempenhar algum papel na medida em que as características do veículo já estejam demarcadas. De um lado, isso pode denotar um aspecto problemático na seqüência das atividades de projeto: se o veículo é especificado passando-se ao largo de como ele será produzido, seria de se esperar que no momento em que a engenharia de processo entrasse em cena surgissem os mais variados obstáculos técnicos e econômicos para produzir aquele veículo. Isso pode ocorrer, mas é menos problemático do que se poderia supor, na medida em que há pressupostos tecnológicos comuns tanto à engenharia de produto quanto à engenharia de processo, mesmo que estejam apenas implicitamente interiorizados pelos engenheiros; assim, é muito improvável que seja especificado um produto cuja fabricação seja tecnicamente inviável, o que não impede, no entanto, que ocorram pequenos obstáculos no decorrer da passagem, para a engenharia de processos, da documentação de um veículo novo. Há ainda, quanto a esse ponto, o fato de que alguns indivíduos que ocupam cargos de confiança em diversas áreas da empresa participam da geração do projeto básico; estes elementos têm a tarefa, não formalizada, de disseminar os pressupostos tecnológicos básicos pelas áreas técnicas de maneira geral, tornando-se os canais de transmissão de alguns "axiomas" que irão orientar escolhas futuras - à medida em que o projeto continuar seu caminho.

Como se pode notar, a amplitude do projeto do produto depende basicamente do nível de detalhamento das especificações enviadas pela engenharia de produto da matriz. Se essas especificações forem completas, isto é, se o veículo deverá ser produzido na filial exatamente como na matriz, a atividade de projeto do produto é quase inexistente; passa-se diretamente ao projeto do processo de fabricação.

Projeto do Processo

O trabalho da engenharia de processos inicia-se com o recebimento dos desenhos enviados pela engenharia de produto. As chefias dos departamentos de engenharia de processos, porém, já participaram da fase de estudo de viabilidade do projeto quando este se encontrava no âmbito da direção da empresa e da engenharia de produto, em fase de estudo de viabilidade. Os agrupamentos de engenharia de processos encontram-se, com isso, preparados, ainda que através de informações esparsas, para iniciar o trabalho de projeto do processo de fabricação propriamente dito.

A documentação recebida pela engenharia de processos passa por três fases, nas quais se subdivide o projeto do processo: P, B e D (Figura 6.3), conforme a nomenclatura empregada na empresa.

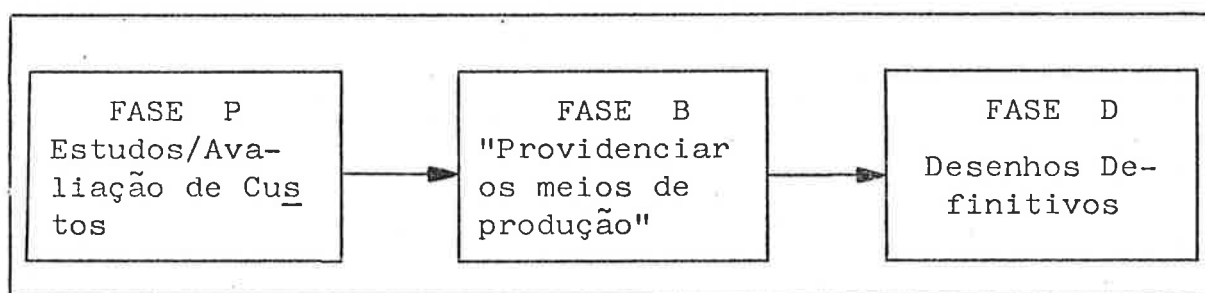
FASE P

A fase de desenhos P é a fase em que o desenho vem da engenharia de produto com a característica de estudo. O caráter de estudo justifica-se pelo fato de que estes desenhos são provisórios e o papel da engenharia de processos nessa fase é avaliar todos os custos envolvidos na produção do veículo proposto. Isto envolve a elaboração de um esboço de lay-out da área

produtiva a ser alocada, uma previsão do ferramental necessário, incluindo construção, aquisição ou modificação em dispositivos existentes, configurando o que se pode denominar de "projeto básico da fabricação": durante essa fase cada departamento de engenharia de processos avalia o custo de fabricação do veículo na área sob sua responsabilidade.

Figura 6.3

AS FASES DO FLUXO DE DOCUMENTAÇÃO (DESENHOS) ENTRE A
ENGENHARIA DE PRODUTO E A ENGENHARIA DE PROCESSOS



A engenharia de processos toma sempre como parâmetro para o custeio as horas de trabalho necessárias para a execução das tarefas, tanto no caso do trabalho da ferramentaria para confeccionar dispositivos, quanto no caso das operações na linha de fabricação.

Não existem técnicas muito bem definidas para avaliar as horas de trabalho necessárias para a confecção de dispositivos. "Não existe regra geral. Aí entra a criatividade, a experiência com dispositivos semelhantes projetados no passado, a ajuda da engenharia da matriz, o fornecedor, o colega que trabalhou em alguma coisa parecida ...", dizem os engenheiros entrevistados.

A avaliação de custos é uma fase crítica do processo de trabalho da engenharia e é realizada sob pressão intensa: "um projeto inteiro pode se inviabilizar por um chute errado; é interesse de cada planejador (engenheiro) chegar o mais próximo possível do real, porque está em jogo a sua fidelidade profissional e a própria existência da fábrica. Além disso, ele está sendo pago para isso", afirma um dos engenheiros.

Como se observa, há uma tensão implícita na tarefa e, mesmo que o depoimento colhido seja exagerado, o prevalecimento de avaliações que se não são totalmente subjetivas dependem de uma certa habilidade individual denota que, neste caso, exige-se da engenharia uma qualificação para o trabalho associada à ausência de explicitação de técnicas que retirem ou diminuam a dependência subjetiva da tarefa.

Esta fase do trabalho envolve ainda a crítica do desenho oriundo da engenharia de produto. "Eles não estão sabendo o processo que se vai usar. às vezes bolam algo mirabolante e caro de fazer", diz um engenheiro de processos. Essa crítica é parte do processo e não é mal vista pelos engenheiros de produto. Ela pode, no entanto, referir-se a especificações que são inalteráveis, devido, por exemplo, ao fato do projeto ser mundial. Nesse caso, a crítica, se relevante, poderá implicar consulta à engenharia de produto da matriz para obter autorização de modificação no desenho. Em raríssimos casos, segundo levantamos, uma alteração pode ser aprovada pela matriz e detonar alterações em todas as plantas que produzem aquele veículo ou no processo empregado nesta planta em particular.⁽¹⁾ O mais

(1) Este último caso é ilustrado com o mais recente modelo produzido pela empresa: ao ser trazido para o país, o projeto previa a utilização de revestimento interno de teto pré-moldado, tal como se faz na matriz desde 1973. A impossibilidade de dispor a curto prazo desse tipo de revestimentos (de-

comum, no entanto, é que a crítica tenha o papel de alterar a alocação de recursos orçamentários para a execução do veículo: passa-se, por exemplo, a incluir a aquisição de dispositivos novos no orçamento, bem como o treinamento para o domínio de uma eventual nova tecnologia, antes não prevista. Outras vezes é possível que a engenharia de produto autorize alterações no desenho, avaliando que a modificação não é relevante: alterar o número ou o local de determinados pontos de solda, por exemplo, pode ser uma decisão local autônoma.

A fase "P" é também entendida como "fase de conseguir fazer o produto" - a letra "P" é inicial da primeira palavra dessa expressão na língua do país de origem da empresa. Nessa fase, a engenharia de processos, além de avaliar o custo de fabricar o veículo e fazer a crítica do projeto, está tomando conhecimento do produto que vai (pode) passar a ser fabricado. Assim, têm início as atividades que compõem o que podemos chamar de "projeto detalhado de fabricação", ou seja, a partir das condições de momento da área produtiva - espaço físico disponível, ferramental e dispositivos, domínio tecnológico do eventual processo novo - começam a ser definidas as especificações do novo processo, através da execução de modelos, de estudos de resistência, de estrutura, de tempos de fabricação etc.

Nessa altura, porém, ainda não é certo que o projeto vá ser efetivamente implantado; as avaliações de custo geradas

... vido à ausência de fornecedor nacional, ao alto custo de importação, ao investimento necessário para se dispor desse recurso) fez com que a matriz autorizasse o revestimento interno costurado, semelhante ao de outros modelos já fabricados; essa modificação viola o conceito de "carro mundial, da empresa, porém é uma restrição que acaba sendo admitida.

serão processadas pela área financeira que pode concluir pela inviabilidade econômica do projeto. A inviabilidade pode ser total, a ponto de abortar o projeto, ou implicar a reavaliação dos parâmetros iniciais, vis-a-vis o planejamento estratégico do grupo, em termos internacionais e nacionais. O "timing" das atividades realizadas pela engenharia de processos a partir dos desenhos "P" é definido pela chefia, isto é, é ela que pode definir se vale ou não a pena investir no projeto detalhado antes de ter a liberação das instâncias superiores, correndo o risco de desperdiçar recursos ou de valorizar-se internamente pela antecipação no cumprimento de prazos.

FASE B

Passado o crivo da avaliação de viabilidade a partir da estimação dos custos e analisadas as primeiras críticas da engenharia de processos, a engenharia de produto emite os desenhos "B". Adentra-se na fase de "providenciar os meios de produção". Nessa fase a engenharia de processos avança no projeto detalhado e emite toda a documentação que contém as ordens de execução dos serviços antes calculados, para a ferramentaria e para o departamento de compras de material permanente e de consumo (ou desgaste). Nessa fase é provável que as estimativas de custos sejam ultrapassadas, mas desde que se permaneça dentro de margens de segurança previamente definidas não há problemas, em princípio.

Dentro dessa fase, deverão ser produzidos ou adquiridos todos os dispositivos, que deverão estar previamente testados e experimentados ("try-out").

Na fase "B" é projetada toda a fabricação propriamente dita, buscando-se dar conta de todos os detalhes possíveis de planejamento prévio, como suprimentos, fontes de energia, transporte, manuseio e armazenagem de materiais, sincronização de fluxos. Em especial, nesta fase começam a ser gerados os 'planos de fabricação' que são a documentação sobre o processo de trabalho na linha, descrevendo todas as atividades que os operadores deverão desempenhar com detalhes de micromovimentos associados aos respectivos tempos de operação do homem e das máquinas. Nessa fase são ainda planejados os sistemas de qualidade, ou seja, os pontos do processo onde será inspecionada a qualidade do produto em relação ao projeto e os postos de retrabalho que são previamente considerados necessários em função de problemas previsíveis na operação normal.

Quanto às operações na linha de fabricação, a atividade de engenharia concentra-se na elaboração dos planos de fabricação. Na fase "P" os custos de operação das linhas são estimados de acordo com a experiência prévia dos engenheiros. Quando o projeto passa para a fase "B" as operações de fabricação passam a ser documentadas através dos planos e, neste momento, estes têm o papel de permitir a estimação mais acurada dos custos ao mesmo tempo em que já se tornam registros "tecnológicos", ou seja, especificam, em detalhes, os postos de trabalhos nas linhas e as operações que a mão-de-obra deverá executar.

O plano de fabricação é gerado imaginando já prontos os meios de produção: o engenheiro-planejador monta o posto de trabalho, na área disponível para tal, e define o método de trabalho a ser seguido pelo operador do posto. Lançam-se mão de técnicas MTM (Methods-time Measurement) para cálculo de mi-

cromovimentos. (1) Nesta tarefa, o engenheiro já tem como dados os meios de produção e passa a definir o método de trabalho: são fases distintas.

O plano de fabricação é também um plano de controle: define como a peça deve ser feita, aonde, com que tempo e como deve ser controlada - este controle pode ser intermediário, conforme o caso, e não só no final da operação de fabricação.

Segundo um dos entrevistados, para a determinação dos tempos de operação são "usados os métodos mais comuns": para a parte manual, o MTM, e para a parte mecânica os tempos de máquinas. Depois, segundo o mesmo engenheiro, "os tempinhos de abrir porta, tirar peça etc. podem ser avaliados ou por MTM ou pela prática". Na área de usinagem de câmbios e motores, em máquinas operatrizes, "um componente fácil é avaliado na base de cinco segundos, outro mais pesado oito segundos. Encaixar peça em orifício, 10 segundos...". Percebe-se que a "prática" tem uma importância vital para o planejamento do trabalho, apesar dos engenheiros, ao serem questionados, unanimemente apresentarem esta tarefa como tendo um caráter científico, que seria conferido pelo MTM, pelo treinamento formal e pela documentação em si, pelo registro em papel.

Na prática, nem todas as operações são pré-calculadas através do MTM, na medida em que são semelhantes a outras já anteriormente documentadas. "Se você fizer para tudo um estudo MTM, não haveria tempo para outra coisa...".

(1) Para empregar estas técnicas, os engenheiros recebem treinamento formal, através de cursos ministrados pela própria empresa. Ver item 6.5.

Todos os tempos, no entanto, devem ser documentados. Eles são a base para o custeio das operações e para o controle da produção. Existe um departamento associado à área de planejamento (engenharia de processos) que só cuida da aplicação do MTM, tendo a atribuição de divulgar "releases" mais recentes, checar o trabalho dos engenheiros e avaliar os planos de fabricação, introduzindo modificações quando necessário. "Isso quando dá para estudar micromovimentos, porque em algumas operações não há condição: na funilaria, por exemplo, como você vai calcular o lixamento de uma lateral de um carro? Depende muito do operador, não é possível compor os micromovimentos para ter um tempo padrão", como observa um engenheiro da área de armação. "Então tem que se por estimativa, por 'chute', e depois você cronometra e refina".

Há quatro tipos de tempo considerados para a elaboração dos planos de fabricação:

- pré-calculados, que são atribuídos pelo planejador (engenheiro), usando o artifício que achar conveniente;
- tempo calculados pelo departamento de tempos (ou de estudo do trabalho), acima citado. São acionados, na verdade, para compartilhar a responsabilidade do engenheiro de processos;
- tempos cronometrados, que são atribuídos depois que o projeto entrou em operação; não há simulação de operação prévia. Em geral, substituem tempos pré-calculados. A cronometragem sem pré-cálculo é fato raro.

- Tempos MTM

O MTM vem sendo aplicado apenas há cerca de dois anos (desde 1984). Os cursos para treinamento de planejadores iniciaram-se um ano antes. Anteriormente, segundo vários entrevistados, "havia muito chute". O objetivo primordial do uso dessa técnica é a obtenção de padronização e de documentação confiável. A partir de uma observação nossa de que o MTM é bem mais antigo do que isso, um entrevistado afirmou: "não, ele tem-se renovado ... e não adianta a produção reclamar porque ele é um tempo bem fiel", o que não justifica o fato do método ser tão recente na empresa.

Outro aspecto interessante quanto ao uso do MTM nos projetos é o fato de existir uma orientação para que todos os modelos novos sejam analisados por MTM. Os quatro tipos de tempo citados tendem a transformar-se em tempos MTM apenas, com a eventual revisão por cronometragem depois da implantação.

Além do plano de fabricação, outro documento gerado na fase "B" é o memorial descritivo. Este documento é gerado pelo planejamento de processos no caso das instalações de tratamento de superfícies e pintura. Os memoriais descritivos são documentos que especificam toda a instalação: tempos de processo, velocidade dos transportadores das carrocerias, temperaturas para a operação dos vários equipamentos, lay-outs etc.

Os memoriais descritivos têm dois papéis: primeiro, orientar a aquisição das instalações em processos de compra, informando os fornecedores com os dados necessários para que estes realizem a cotação e entreguem a descrição técnica da proposta. Segundo, manter a documentação detalhada referente às instalações, configurando um acervo tecnológico.

O memorial descritivo é sempre baseado na documentação oriunda da matriz desenvolvida pelo departamento ou seção identicamente correspondente na matriz. Segundo o próprio entrevistado: "tudo parte da matriz, é de lá que vem as determinações [de introdução de inovações], porque é um grupo, e nós temos que obedecer a este grupo; a marca X tem que ser mantida".

É especificamente nesse momento do projeto (fase B) que a engenharia de processos pode incorporar inovações no processo de fabricação. Essas inovações já devem ter sido esboçadas na fase P e subsidiaram a estimativa de custos; já passaram, portanto, pelo crivo das instâncias de decisão financeira e estratégica. Nesse momento ter-se-á definido o que se denomina na linguagem interna da organização de "grau de automação do processo". Essa decisão levará em conta uma informação que se torna disponível apenas nessa fase: o volume de produção a ser atendida. Pode-se objetar que a estimativa de custos anteriormente feita já deveria ter levado em conta a escala de produção a ser atingida. Isso é apenas parcialmente verdadeiro, na medida em que essa informação está verdadeiramente em poder das chefias dos departamentos de engenharia do processo - disso decorre que os engenheiros são instados a projetar processos segundo uma percepção que devem implicitamente portar sobre a forma específica que imaginam será utilizada para organizar a fabricação. Essa percepção é originária da experiência prévia, da subjetividade e é uma forma de avaliação de que a chefia lança mão para avaliar a afinidade de cada indivíduo com a lógica da organização.

Por outro lado, há um reforço da dependência em relação à chefia, que sustenta sua ascendência sobre os subordinados através, entre outras coisas, da posse de informações

estratégicas e necessárias ao desenvolvimento dos trabalhos. Há ainda o fato de que as escolhas entre alternativas de processos de fabricação não estão sujeitas apenas aos desenhos recebidos, mas ao paradigma internacional de produção: as alternativas não são muitas; o grau de aprofundamento (o "grau de automatização") dentro de cada uma delas é que é passível de escolha, já que o espelho da matriz é a referência básica, especialmente no caso de projetos do tipo "carro mundial". (1)

FASE D

A última fase do processo do projeto fica demarcada pela emissão, pela engenharia de produto, dos desenhos "D" - desenhos definitivos. A emissão destes desenhos marca o final do processo de projeto, em princípio. Os desenhos "D" podem implicar modificações nos dispositivos empregados, nos lay-outs das linhas ou nos planos de fabricação, enfim, em toda a lógica do projeto, mas essas modificações devem ser de pequena monta, sob pena de levar a atrasos acentuados nos cronogramas de implantação.

Até a emissão dos desenhos definitivos não se produziu nenhum veículo que pode ser colocado no mercado. No entanto, antes da emissão dos desenhos "D", quando os dispositivos já foram construídos e/ou adquiridos e a área a ser usada para a produção já está disponível, tem início a produção em pré-série. Na pré-série os dispositivos ainda não são definitivos, nem o lay-out. Os veículos produzidos são enviados à engenharia de produto, para a realização de provas, ou são des

(1) Vide Capítulo 8.

cartados. Com os desenhos definitivamente liberados passa-se à série zero.

É na série zero que as instalações são efetivamente feitas e continuam a ser registrados problemas; é a fase de correção de regulagens de máquinas, ajuste de pressão de dispositivos pneumáticos, correção de programas em máquinas comandadas por software etc.

A série zero é já de responsabilidade da área de produção, isto é, não está mais sob o comando da engenharia de processos. Nesta fase - com duração estimada entre 90 e 180 dias, em função das condições reais de operação - a engenharia de processos terá o papel de transmitir as informações necessárias a todo o pessoal produtivo e procederá às modificações que só se mostram necessárias quando da implantação efetiva.

A partir dessa fase a engenharia de processos acompanha a produção em série normal e introduz modificações oriundas de decisões tomadas nos níveis de decisão superiores (mutações do modelo "do ano", aumentos de produção, inovações de pequena monta etc.) ou procede à revisão do balanceamento das linhas de fabricação, a partir dos dados fornecidos pelo setor de programação e controle da produção (PCP), a respeito do volume e do "mix" de produtos que devem ser fabricados.

Coordenação da Implantação

O processo de projeto da fabricação completa-se com a atividade de "coordenação da implantação". Através desta atividade, desempenhada pelo Departamento de Instalações Indus-

triais, são integrados os projetos parciais elaborados pelos vários departamentos de planejamento/engenharia de processos. É o Departamento de Instalações Industriais que exerce esta atividade na medida em que é seu papel projetar os meios de interligação e transporte entre áreas (correias transportadoras, sistemas de transporte sobre rodas) e a infra-estrutura industrial (energia, processamento de rejeitos etc.); apenas após receber todas as especificações dos outros departamentos é que é possível projetar o conjunto das operações.

A metodologia de trabalho nessa área é bem pouco formalizada; é significativo o fato de que a maioria dos engenheiros nela alocados tenham mais de dez anos de empresa: os procedimentos adotados para desempenhar as tarefas não são passíveis de rotinização formal; ao contrário, eles só se tornam fatos de rotina para indivíduos com boa bagagem em relação ao ambiente da organização, à rede de relações informais e às possibilidades de negociação com as várias áreas envolvidas.

Esta área é a última a dar pareceres na fase de fechamento do investimento a ser comprometido em qualquer projeto e é o local onde se dá o "start" da implantação. É através dela que os prazos reais são fixados, a partir de um processo de negociação constante. "Nós estabelecemos metas e prazos, redes Pert, fazemos a programação detalhada da implantação, analisamos alternativas junto aos outros planejamentos (departamentos de engenharia de processos) podemos mudar totalmente os objetivos em função da viabilidade prática de determinadas implantações", diz um entrevistado. Na implantação, apesar das "macro-decisões" já terem sido tomadas previamente, o processo se repete, na medida em que uma infinidade de decisões e ajustes finos permanecem por serem feitos e só aparecem na fase em que os detalhes já estão especificados.

Segundo um dos engenheiros entrevistados que exerce a função de coordenação da implantação, "o planejador (engenheiro de processos) é o elemento chave. Ele está dia a dia na área de fabricação, conhece até o nome dos mestres ou mesmo dos operários. Por outro lado, "nós achamos sempre que tudo é possível: depende de custo e tempo". E exemplifica: "em 1982, no feriado de finados, toda a funilaria do veículo X foi mudada de uma ala para outra em três dias. A linha completa: foi feita uma instalação em duplicata, é uma tecnologia para isso. Não sei se na matriz faz-se dessa forma, mas o que entrou em ação foi o desafio e a criatividade". Como se pode observar, o trabalho não depende apenas de "custo e tempo", mas também de um certo perfil da mão-de-obra de engenharia, dentro do qual a disponibilidade e/ou disposição para realizar tarefas de risco é fundamental, bem como um certo domínio daquilo que o entrevistado denomina "tecnologia", mas que só pode ser implementado dispondo-se de uma mão-de-obra de engenharia com alguma vivência no interior da organização e capaz de dominar as regras do jogo organizacional com relativa facilidade. Isso vem mostrar, no entanto, que a tecnologia empregada comporta pequeno grau de formalização e é, portanto, altamente dependente de um tipo específico de mão-de-obra de planejamento ou engenharia.

6.3 - A IMPLEMENTAÇÃO DE MUDANÇAS

A engenharia de processo da empresa desempenha atividades que, consideradas em conjunto, definem o "como" fazer os produtos, englobando:

- a) a definição, projeto e implantação de toda sorte de dispositivos ou meios mecânicos, eletro-eletrônicos, pneumáticos ou hidráulicos a serem empregados nas linhas de fabricação;
- b) a definição dos lay-outs das instalações; e
- c) o projeto do trabalho nas linhas, incluindo os métodos e tempos para a execução das operações.

Estas atividades são contínua e ocorrem tanto durante o processo de projeto quanto na introdução de modificações nas linhas já instaladas.

As modificações podem ter origem em alterações no projeto do produto ou no processo de fabricação. As modificações devidas ao projeto do produto englobam, em geral, o lançamento de modelos "do ano". Podem ser de pequena monta - a estampagem diferente de um perfil de paralama ou a mudança no desenho de uma grande dianteira - ou de amplitude maior - a substituição de um tipo de motor por outro. De qualquer modo, a modificação do produto leva a mudanças no processo de fabricação.

Há mudanças que são implementadas no processo de fabricação e que não interferem no formato final do produto. São mudanças efetuadas para corrigir problemas crônicos em determinados pontos do processo, reduzir retrabalhos, aumentar a produtividade etc.

A estrutura do orçamento da empresa dá uma boa noção de como são apropriados os gastos para uso da engenharia. Essa estrutura compõe-se das seguintes rubricas:

- . modelos novos;
- . modificações anuais;
- . modificações construtivas propriamente ditas, devidas a defeitos observados no campo;
- . melhoria qualitativa do produto;
- . melhoria da produção, devido a problemas (crônicos) ou processos obsoletos;
- . motivos sociais/legais: segurança veicular, normas governamentais ou segurança do trabalho;
- . novas tecnologias.

Qualquer atividade na engenharia deve ter seus custos lançados em alguma dessas rubricas.

As atividades ligadas ao desenvolvimento de novos modelos constituem o processo de projeto descrito no item 6.2. As modificações anuais têm origem em decisões tomadas no nível superior da administração em conjunto com a área de marketing, de acordo com a avaliação do estágio dos produtos em termos de seu ciclo de vida e da pré-disposição do mercado consumidor. As modificações são documentadas em desenhos gerados na engenharia de produto que deverão substituir desenhos anteriormente válidos. Em linhas gerais, o processo é análogo ao da implantação de um modelo ou linha nova, assumindo escala maior ou menor (em termos de tempo de trabalho no projeto) em função da profundidade da modificação.

Algumas modificações anuais podem levar a investimentos em novos equipamentos, mais modernos, e constituem-se em oportunidades de modernização, detonando um processo de introdução de inovações tecnológicas. Pode ser o caso, por exemplo, da alteração do perfil da dianteira de um veículo: a nova ferramenta necessária para obter o novo perfil pode ser mais adequada a uma prensa de maior pressão ou precisão e isso pode ser uma oportunidade para a aquisição de uma prensa com sistema de troca rápida de ferramenta. Nesse caso, a verba comprometida pode ser obtida não só na rubrica de "modificações anuais", mas também na de novas tecnologias.

A iniciativa da "modificação anual" é de responsabilidade exclusiva, no interior da engenharia, da engenharia de produto. Isto não impede, todavia, que determinados problemas "crônicos" detectados pela engenharia de processos nas linhas em operação não sejam comunicados à engenharia de produto para serem considerados nas modificações do ano: isto é comum, e muitas das alterações efetivamente implementadas nos modelos do ano são devidas a melhorias ligadas a problemas no processo de fabricação - tendo pouco ou nada a ver com mudanças de estilo ou de qualidade do produto do ponto de vista do mercado consumidor.

A rubrica "novas tecnologias" é considerada extremamente ampla (como a própria expressão indica). Ela pode ser utilizada inclusive no desenvolvimento de projetos de dispositivos associados a modelos novos, quando as instalações necessárias para atingir as especificações do produto não se encontram disponíveis na planta. Nesse caso, a possibilidade de introdução de novas tecnologias é sempre maior do que no caso da modificação de linhas já existentes. No entanto, a maior parte

das modificações de iniciativa da engenharia de processos é justificada (e financiada) pelo fato de representar a incorporação de novas tecnologias. Os indivíduos entrevistados justificavam boa parte das modificações mais recentes (de três anos para cá) pelo fato de que incorporam novas tecnologias. Esta justificativa é apresentada de maneira associada à melhoria em termos de qualidade e produtividade (menor tempo de fabricação, menor retrabalho). São da ordem de centenas as mudanças introduzidas que se justificam por essa orientação - desde instrumentos de maior precisão, gabaritos, solventes, tintas, processos de secagem e colagem, até as linhas robotizadas. Essa justificativa é dada não apenas para o observador externo, mas - e mais importante - é a principal fonte de legitimidade para qualquer solicitação que implique comprometimento de verba, por menor que ele seja.

Há características específicas da planta estudada que explicam modificações constantemente introduzidas nas linhas de fabricação: a principal delas é a questão do pouco espaço disponível nas áreas produtivas. A engenharia de processos entende que a planta atingiu um tamanho praticamente limite, no qual a introdução de qualquer linha nova de veículos implica deslocamento de linhas mais antigas. A economia de espaço é, assim, um dos objetivos perseguidos em qualquer modificação feita. Na contabilidade dos custos de qualquer interferência na produção (instalação de equipamentos novos, substituição, linhas novas etc.), o custo do metro quadrado ocupado é variável de peso substancial.⁽¹⁾

(1) Não tivemos acesso a valores quantitativos dessa variável, mas sua importância relativa foi ressaltada em todas as entrevistas.

A questão do espaço tem levado ao desenvolvimento de uma série de atividades e estudos bastante exaustivos, absorvendo grande parcela do trabalho da engenharia de processo. Todo e qualquer aumento de produção em linhas já existentes esbarra na questão do espaço, tanto em termos de limites físicos para a expansão do volume de equipamentos quanto no caso de substituição por processos mais produtivos já que, num caso ou no outro, alterações de lay-out serão necessária. As inovações tecnológicas que proporcionem economia de espaço, têm, assim, um especial atrativo para a empresa; essa é uma diretriz bastante clara para a engenharia.

Além das modificações concretamente identificadas como necessárias, os engenheiros apontam outras ocasiões nas quais a mudança tecnológica ocorre. Um dos entrevistados, chefe de seção de planejamento da usinagem de câmbios assim expressa esses momentos: "outra firma fez: nós temos que fazer também"; "a matriz está fazendo: por que nós não vamos fazer?" Cita ainda constatações como: "as vezes é uma decisão empresarial". Através da expressão "decisão empresarial" o entrevistado exprime a decisão tomada pela direção da empresa, no exterior, no país ou nos dois níveis, e que não se justifica dentro do horizonte de compreensão do corpo técnico da engenharia a partir dos dados de que dispõe. É algo que poderia aparentemente não ser adequado para quem está alocado nos níveis intermediários da empresa, mas que "deve estar correto a longo prazo, porque quem sabe do futuro são eles ...".

Resta assinalar outra atividade constantemente desempenhada pela engenharia, não necessariamente associada a um projeto ou atividade particular mas que pode levar a mudanças no "como" produzir: é o processo de negociação dos compro-

missos anuais da própria engenharia. "Existe uma política da fábrica, a nível das gerências ... compromissos de melhoria e economia ... existem metas a serem atingidas e cada um tem um compromisso com seu superior" - explica um dos engenheiros da área de armação.

Nesse processo de negociação cada gerência ou departamento obtém um montante de verbas para a realização de determinadas tarefas, que podem/devem ser propostas pelos engenheiros e serão negociadas pela chefia do departamento com as instâncias superiores de direção. Estas tarefas devem ir ao encontro de metas da empresa, que são veiculadas pela chefia imediata e estão disseminadas claramente por toda a organização: "melhoria e economia". Espera-se que os engenheiros apresentem propostas por iniciativa própria; estas propostas, reunidas, apresentam-se como de iniciativa do departamento frente à direção de área e assim por diante, subindo a hierarquia.

As propostas são discutidas no final de cada ano. Por exemplo: "reduzir de um minuto o tempo de solda da lateral do carro X". Para isso, o engenheiro prevê a necessidade de um dispositivo novo, que ocupa uma área menor. Avaliados os custos - por iniciativa própria, nesses casos, isto é, sem prévia solicitação superior - a proposta pode ser incluída no "pacote" da gerência para o ano seguinte. A proposta, se aprovada, transforma-se em compromisso pelo qual o departamento e o proponente serão cobrados.

As propostas variam desde aquelas voltadas para mudanças nos processos de fabricação, como acima, até algo como - conforme citado em entrevista - "diminuir o tempo em que os

desenhos ficam conosco (no processo de projeto)" ou "melhorar o fluxo de informações à gerência quando solicitado em reuniões de última hora, montar arquivo". "Vai desde o café até o produto final", como resume um engenheiro.

Este tipo de atividade ocorre sob pressão: "às vezes não dá, mas você tem que prever coisas viáveis, há uma pressão para isso, não só da chefia, mas de você mesmo, e que começa logo em janeiro".

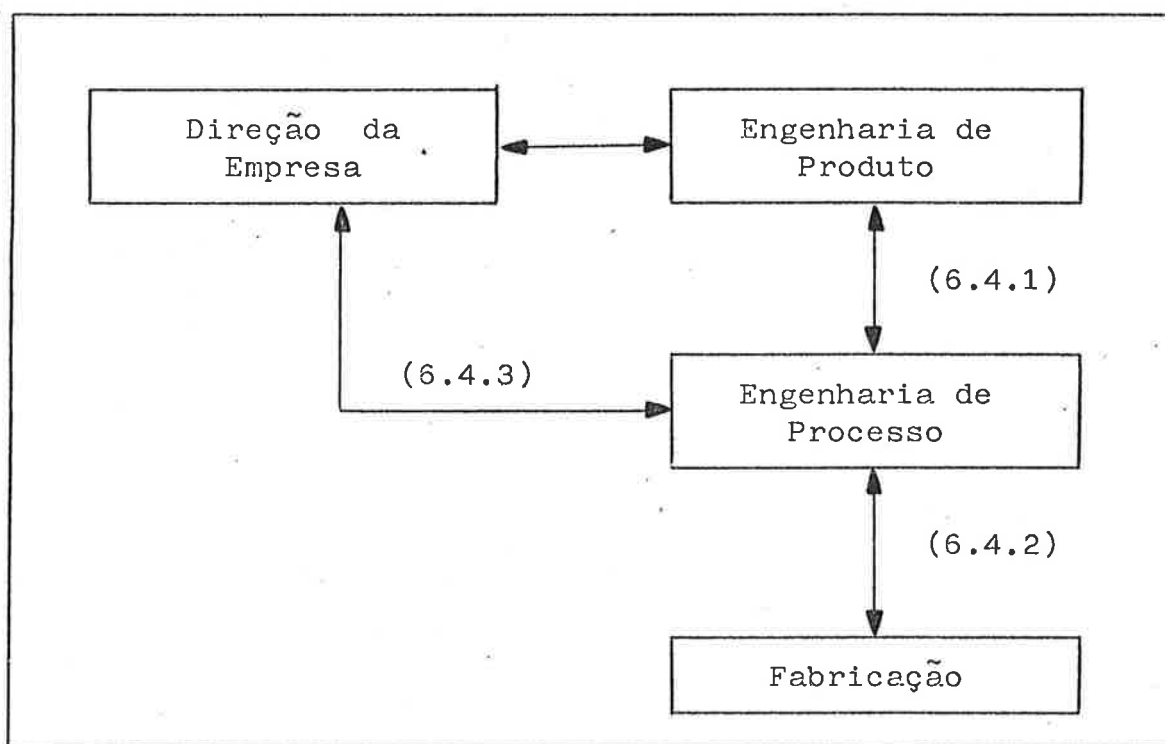
O não atingimento das metas propostas ou a não realização das tarefas é encarada como efetivo prejuízo para a empresa e pode reduzir a confiança depositada pelo superior no subordinado: há que propor - sob pena de "falta de iniciativa" - algo viável e interessante, adequado à estratégia global da empresa; depois, há que cumprir o proposto - mesmo que às vezes essas tarefas se sobreponham às atividades normalmente desempenhadas, em termos de tempo ou esforço de trabalho.

6.4 - AS INTERFACES DA ENGENHARIA

Tomando a engenharia de processos como foco, analisamos neste item as interfaces que se estabelecem entre esta atividade e as atividades com as quais mantém relacionamento - engenharia de produto, fabricação e direção da empresa.

Figura 6.4

AS INTERFACES DA ENGENHARIA



6.4.1 - PROCESSO X PRODUTO

Do ponto de vista formal, o fluxo de informações entre a engenharia de produto e a engenharia de processo se substancia em desenhos e especificações que fluem da primeira para a segunda, e em críticas efetuadas pela segunda em relação aos desenhos recebidos. Estabelece-se então um processo de

negociação entre as duas áreas, que ocorre através de reuniões semanais rotineiras ou através de consultas informais entre os engenheiros envolvidos com este ou aquele projeto ou com alguma modificação a ser implementada.

Muitas vezes as modificações sugeridas pela engenharia de processos não podem ser aceitas pela engenharia de produto devido a aspectos de ordem organizacional, ligados à forma de relacionamento entre as duas áreas: a engenharia de processos, como vimos, compõe-se de vários agrupamentos separados, de acordo com as várias fases do processo de fabricação; os desenhos do produto são recebidos pelos vários grupos de acordo com as necessidades de informação para o projeto de cada fase específica do processo. Ocorre que muitas vezes alguns grupos desconhecem o trabalho desenvolvido por outros e desconhecem, por consequência, a necessidade desta ou daquela especificação. Um exemplo citado por um engenheiro de processos entrevistado, da área de armação, dá conta de uma sugestão de eliminação de uma série de furos no assoalho dos veículos, já que isso implicava várias operações de furação, estampos de prensa mais complexos etc. Na verdade, no entanto, o autor da sugestão desconhecia a razão desses furos: eram necessários na fase de tratamento de superfície, para o escoamento do líquido dos banhos quando a carroceria é retirada dos tanques de imersão. É visível, na maior parte das entrevistas realizadas, a existência de desconhecimento de engenheiros a respeito de detalhes de instalações que não aquelas onde estão alocados, o que denota que a forma de organização adotada, privilegiando mais a especialização do que o enfoque sistêmico, se por um lado pode proporcionar ganhos de produtividade no trabalho de engenharia, por outro leva a inconsistências de informação e a problemas de comunicação. Apenas as gerências

dos departamentos têm uma visão sistêmica dos projetos, mas nem sempre dão conta desses problemas.

O procedimento formal de comunicação entre a engenharia de processos e a engenharia de produto ocorre através de documentos escritos; no entanto, muitas vezes o contato e a troca de informações é feita informalmente, através de consultas telefônicas ou de visitas às áreas de fabricação por parte dos engenheiros de produtos. Estas formas de comunicação dependem de proximidade informal entre indivíduos, através de laços de amizade, experiência comum anterior etc. Não são, porém, bem vistas pelas chefias, na medida em que ferem procedimentos legais internos. De qualquer modo, muitas vezes estes contatos são imprescindíveis, na medida em que muitas decisões urgentes ficam, às vezes, obstadas pelos canais formais de comunicação.

Apesar dos engenheiros de processo referirem-se ao contato com a engenharia de produto como sendo de bom nível, "cordial", às vezes ocorrem conflitos ("a engenharia 'de produto' não está sabendo o processo que você vai usar lá. Às vezes ela bola algo mirabolante e caro de fazer"). Estes conflitos, todavia, são solucionados a partir da compreensão do relacionamento intra-engenharia como "técnico", enquanto que o relacionamento com áreas como marketing são tidos como "políticos".

A ascendência da engenharia de produto em relação à engenharia de processo fica clara pelo estabelecimento da autoridade da primeira para a alteração de quaisquer desenhos de peças ou conjuntos em fabricação. Sem a liberação da engenharia de produto nada se pode fazer em termos de modificação no

processo que possa implicar alterações no produto, por menores que sejam - inclusive em termos de seqüência de operações que possam implicar alterações em resistência final do conjunto ou qualquer outro parâmetro de qualidade.

Essa centralização de autoridade permite a constituição de um acervo de informações tecnológicas a respeito do produto, o que é fundamental do ponto de vista da administração da engenharia enquanto atividade e - talvez mais importante - do ponto de vista do controle da atividade pela matriz: a unidade do grupo mundial passa em grande parte pela unidade dos procedimentos tecnológicos, em termos de processo de trabalho na engenharia e de informações uniformes a respeito do produto.

É relevante, na análise da interface produto x processo, atentar-se para o nível de detalhamento existente na documentação que passa do primeiro setor para o segundo e, também, até que ponto o desenho do produto leva em conta o processo de fabricação desse mesmo produto - essa análise pode nos oferecer algumas indicações sobre como a decisão no sentido da mudança tecnológica aparece no trabalho da engenharia.

As informações recebidas pela engenharia de processos através da documentação enviada pela engenharia de produto dão conta de todas as especificações necessárias à produção unitária do veículo, e não dizem respeito à produção em série. Desse modo, a engenharia de produto não se preocupa, em princípio, com a questão da regularidade ou repetitibilidade de processo de fabricação em série. As especificações voltadas para a garantia de qualidade estrutural ou de durabilidade do veículo, contidas no projeto, são associadas à lógica da construção do

veículo, isto é, ao projeto do produto. Por exemplo, as especificações de tolerância em soldas são fornecidas através da documentação gerada na engenharia de produto, e tornam-se limites dentro dos quais a engenharia de processos deve se manter ao especificar o processo de fabricação a ser empregado. O engenheiro de processos justifica então a opção por um equipamento de solda do tipo robô pelos limites de tolerância de determinadas operações (± 1 mm, apenas robôs são adequados; ± 5 mm, pode-se usar robôs ou não). Essa é uma restrição já dada a priori pelo projeto do produto; a questão da repetibilidade, regularidade ou qualidade, no entanto, é incorporada pela engenharia de processos a partir das especificações limitantes existente no projeto do produto. É de se esperar que surjam inadequações entre os recursos disponíveis na fabricação e os eventuais limites apresentados pelo projeto do veículo enquanto unidade. Essas inadequações são a razão pela qual a interface entre processo e produto dá-se através de um constante processo de negociação, onde os vínculos de cada parte são levados em conta.

É claro que o projeto do produto gerado pela engenharia de produto não é realizado totalmente "no escuro"; os engenheiros desse setor têm acesso total não somente à engenharia de produto da matriz - tanto no caso da implantação de projetos desenvolvidos na matriz quanto em qualquer outro caso -, mas também acumulam uma experiência substancial advinda de projetos anteriores, e o contato constante entre os dois grupos de engenharia reduz ou elimina a possibilidade de projetos "mirabolantes", como às vezes afirmam os engenheiros de processo. De qualquer modo, um engenheiro de processos afirma, referindo-se à engenharia de produto, que "eles sabem 'em termos' a respeito de processo; preocupam-se mais com materiais, do que com

tecnologia de produção em si; têm mais preocupação com o desenvolvimento em termos de produtos: sabem de solda, mas não especificamente de multiponto ou robô".

A questão acima leva à discussão de outro aspecto associado: até que ponto os produtos são projetados tendo em vista, a priori, os processos de fabricação que serão empregados? Do exposto acima depreende-se que os processos de fabricação não são levados em conta no nível que seria de se esperar. Entretanto, o contato constante entre os dois grupos, de um lado, e a uniformidade de produto e processo, garantida pela vinculação em última instância à matriz, de outro, garante em boa parte a harmonia entre as duas partes: normalmente, o veículo em fase de projeto na filial já é produzido em outra instalação (geralmente na matriz), ou é "parente" de outro veículo já em produção; há, portanto, em qualquer hipótese, pressupostos prévios a serem considerados, mesmo na fase de concepção do projeto básico do veículo.

Em termos de tendências mais gerais o "design for manufacturing" é uma questão um tanto controversa para os engenheiros. Um dos engenheiros que trabalha na fase de "pré-planejamento" dos meios de fabricação, a partir das primeiras especificações recebidas da engenharia de produto, afirma que, de um ponto de vista geral, é provável que ao optar por um determinado estilo do veículo, a engenharia de produto esteja levando em conta um certo "padrão" existente em termos de "como fabricar": os veículos de linhas mais retilíneas, que predominam hoje no mercado, "devem ser desenhados assim já levando em conta que poderão ser soldados e armados por robôs ou dispositivos automáticos programáveis, na medida em que a programação destes fica facilitada e portanto mais barata" - diz o engenheiro.

Outro engenheiro, da área de planejamento de instalações, afirma que "se nós lançássemos hoje aqui no Brasil o modelo X, que está sendo lançado agora na matriz, garanto que não seriam os mesmos meios na armação da carroceria que iríamos usar. Acontece que lá o processo de fabricação é totalmente diferente: são linhas robotizadas flexíveis e o carro foi projetado de tal forma que permite sua implantação nessa linha ... existe ligação entre o projeto do produto e do processo". Essa afirmação não pretende transmitir a idéia de que o processo de projeto na matriz seja diferente do local; demonstra que há uma orientação na matriz no sentido de projetarem-se veículos adequados ao processo de fabricação disponível, ainda que as dificuldades inerentes à interface processo x produto possam estar presentes também lá.

Na verdade, a idéia que parece ser mais adequada é a de um desenvolvimento orientado, que em um dado momento proporciona meios mais modernos para a fabricação - de quaisquer veículos - e em outro momento leva ao projeto de veículo adequados aos meios disponíveis, "uma coisa puxando a outra". Parece-nos que essa estratégia de relacionamento produto x processo é parte integrante do novo paradigma de organização da produção que se está configurando na indústria automobilística (vide Capítulo 3), no qual o prevalecimento quase que absoluto da engenharia de produto sobre a engenharia de processo, característico de períodos anteriores na história dessa indústria, está-se alterando e o momento atual é, aparentemente, de transição para um modelo de organização da engenharia onde os dois agrupamentos tendem a um equilíbrio e uma integração crescentes.

6.4.2 - PROCESSO X FABRICAÇÃO

Uma das interfaces mais relevantes da engenharia de processos é a que se estabelece com a esfera da fabricação; é através desta interface que as informações sobre o "como produzir" (a tecnologia), geradas na engenharia, são transmitidas e definem a operação das atividades de fabricação.

A fabricação tem uma forma de organização na qual há seis níveis hierárquicos: gerente de setor (equivalente a departamento, nas outras áreas da empresa), chefe de seção, mestre, feitor, líder e operadores. Os indivíduos que ocupam cargos de gerente, chefe e mestre são mensalistas. Feitores, líderes e operadores são horistas. Segundo os engenheiros de processo, os feitores têm tarefas de administração, supervisão e controle e, portanto, "não trabalham", apesar de serem horistas e terem incluído o custo de suas horas de trabalho nas planilhas de custo, porque são considerados produtivos.

Os cargos de gerência e chefia são ocupados, em sua maioria, por indivíduos com titulação em engenharia. Já os outros cargos são ocupados por indivíduos que percorrem a carreira ocupacional na empresa e, conforme o caso, têm formação técnica qualificada (torneiros mecânicos, eletricitas etc.). Há uma tendência, identificada por um dos engenheiros de processo entrevistados, através de canais informais, de se estender a restrição de titulação em engenharia para a ocupação do cargo de mestre.

O veículo de transmissão de informações entre a engenharia de processos e a fabricação é o plano de fabricação, gerado no decorrer do processo de projeto (vide item 6.2). Acom

panham os planos de fabricação desenhos eventuais, manuais de operação e manutenção de equipamentos ou normas de procedimentos para situações fora de padrão. O plano de fabricação inclui a determinação do número de operadores necessários para realizar cada operação; a alocação efetiva dos operadores de modo a evitar tempos mortos (o balanceamento de mão-de-obra) é feito pelo departamento de fabricação, a partir das informações do plano de fabricação.

Os tempos, definidos principalmente através do uso do método MTM, podem ser alterados quando a operação está em regime normal de produção, se houver a constatação sistemática de diferenças entre o tempo pré-definido e o tempo cronometrado. Essa revisão, no entanto, ocorre raramente e constitui-se em fonte de conflito entre a engenharia e o pessoal de fabricação; após a revisão ("que normalmente reduz, não aumenta o tempo. Se acontecer o contrário, a casa tem que cair, isso não pode ..." - afirma um engenheiro da área de armação de carrocerias), o novo tempo passa a constar do plano e "passa a ser lei: cronômetro é cronômetro" - também afirma o mesmo engenheiro acima citado.

Passemos à transferência do método de fabricação definido na engenharia. Basicamente, o engenheiro deve conviver cotidianamente com o chefe de setor da fabricação. Isso, todavia, ocorre apenas "em teoria", ou seja, é o que prevê a sistemática oficial de trabalho; na prática, contudo, os engenheiros afirmam unanimemente que o dia a dia na fábrica demanda contatos constantes com mestres, feitores, líderes e inclusive com operadores. Essa necessidade decorre de um processo de duas mãos: por um lado, a transferência de informações e documentos da engenharia para a fabricação é o veículo para a transmissão do

"como deve ser feito". Essa transmissão, porém, por mais detalhada que seja, não dá conta de todas as situações vividas pela fabricação, e isso leva à necessidade de um fluxo inverso, em que determinados fatos, observados apenas pelos operadores durante o processo mesmo de fabricação, são informados à engenharia. Como afirma um engenheiro: "o chefe é um só, ele recebe a informação de maneira global e a gente tem necessidade de conhecer detalhes. Então você conversa com o mestre, com o feitor, até com operador".

Os engenheiros consideram, de maneira geral, que a capacidade de aprendizado do corpo de operadores (incluindo a mão-de-obra de supervisão e controle) é bastante baixa. Vários engenheiros afirmaram que o plano de fabricação, enquanto documento, não serve para transmitir aos operadores os métodos adequados de fabricação, isto é, a linguagem técnica do plano é pouco compreensível para a mão-de-obra produtiva. Instado a descrever o que ocorre na prática, quando da implantação de uma nova operação ou de um novo método para executar uma operação antiga, um dos engenheiros da área de armação de carrocerias afirmou que "o plano de fabricação acaba servindo só para a inspeção conferir e cobrar. Na primeira vez, ele vale para a fabricação, mas não ela sozinha: aquela ilusão de emitir o plano e eles fazerem sozinhos, que nada ... tem que ser ali, mostrar quase operando, nenhum se vira sozinho, nem por milagre". E aproveita para fazer uma avaliação do trabalho do engenheiro de processos: "é por isso que nós estamos tão sobrecarregados, mudanças, modelos do ano, modelos novos ... é por isso que a fábrica está se preocupando com a formação do mestre: você discute tecnicamente com o cara. Nós falamos com todo mundo: o planejamento dessa empresa é a atividade mais polivalente que existe. Do mesmo jeito que o planejador fala com um operário,

ele fala com o gerente de área ou com um diretor: ele tem que resolver o problema. Muda a linguagem, porque você tem que se adaptar ao nível da pessoa: com o gerente de área eu falo em termos técnicos, que ele conhece. Com o operador eu não posso ficar botando 'ductilidade do material, de acordo com a norma tal', não tem sentido; então tem que ser uma coisa do tipo 'vo cê bota um ponto aí senão ele fica marrom, meio esquisito'...".

Percebe-se, através desse tipo de afirmação, que a transferência de informações da engenharia para a fabricação demanda o desenvolvimento de uma forma particular de comunicação entre o engenheiro e a mão-de-obra produtiva. Isso, se ocorre em maior ou menor grau em qualquer organização, denota, de qualquer modo, a necessidade do estabelecimento de canais de comunicação que configuram uma certa "cultura", no sentido de que não é qualquer profissional, seja engenheiro ou operário, que pode ter acesso a essa linguagem - ao menos sem que passe por um período de "aclimatação" no interior da organização, como se estivesse adentrando um país estrangeiro. (1)

Outro engenheiro afirma que a mão-de-obra tem uma pré-disposição relativamente conservadora em relação a mudanças em métodos - o que seria de se esperar, devido à dificuldade de aprendizado -, descrevendo o caso da implantação do modelo de veículo mais recente na linha, quando "nós tivemos uma série de problemas com operadores, porque eles vieram de outros setores, onde faziam os trabalhos de maneira diferente, estavam acostumados com outras posições físicas e foi um tal de dói aqui,

(1) É o que nós próprios sentimos no contato com os engenheiros: é preciso algum tempo para se familiarizar com os termos empregados, com as denominações das fases do processo etc, que são muito particulares.

dói ali, que ninguém aguentava ... A gente sabe que isso é passageiro, e ele tem que se acostumar com o novo trabalho dele. Isso passa. Do meu lado, eu estou vendo ele fazer o trabalho uma vez, mas ele faz isso nove horas por dia, e às vezes eu tenho que melhorar mesmo alguma coisa". Neste tipo de afirmação fica mais uma vez evidente que o fluxo de informações é uma via de duas mãos, em que determinados detalhes só podem ser apreendidos pelo operador, durante o trabalho.

Em relação à introdução de equipamentos com tecnologia de automação programável, os engenheiros descrevem a mão-de-obra produtiva como pouco receptiva inicialmente, e depois convencida da utilidade e da facilidade de operação dos novos equipamentos. Engenheiros do setor de pintura afirmaram que "antes de implantar, a gente dá cursos para o pessoal, faz reuniões com as chefias da produção e esta transmite para os operadores. Mas a gente sente que toda vez que vai implantar uma coisa nova eles logo acham que não funciona. Qualquer processo mais moderno, em teste ou início de produção, é difícil de ser aceito e entendido pelo pessoal de produção. A linguagem da informática assusta, mas é simples, acessível, é só aprender, mas imagine um operador cujos colegas resistem ..."

As afirmações acima denotam que os engenheiros esperam receptividade por parte dos operadores, mas estão conscientes (pela própria experiência já vivida) das resistências existentes. Dizer que a linguagem da informática "é simples" ao se referir a operadores parece mais um tipo de "wishful thinking" do que algo que se manifesta concretamente; mesmo os engenheiros mais antigos resistem à mudança. ⁽¹⁾

(1) Vide item 6.5 e Capítulo 9.

6.4.3 - PROCESSO X DIREÇÃO

Ao apresentar, no item 6.1, a estrutura organizacional básica da atividade de engenharia na planta, apontamos a existência de um setor encarregado de coordenar as atividades de engenharia, buscando articular as ações dos vários setores que a compõem: o Departamento de Coordenação do Planejamento. Este departamento tem o papel de centralizar o fluxo de informações entre a direção da empresa e a engenharia propriamente dita, ou seja, é através deste setor que diretrizes e decisões estratégicas tomadas nos níveis superiores da administração se transformam em uma programação de atividades que deve combinar o trabalho de todos os setores de que se compõe a engenharia. Ao mesmo tempo, é através desse setor que ocorre uma série de interfaces entre a engenharia de processos e outros departamentos da empresa, em especial a área financeira.

O Departamento de Coordenação do Planejamento executa a intermediação no fluxo de informações que ocorre, de um lado, entre as decisões estratégicas que se concretizam sob a forma de orientações para o desenvolvimento de projetos e processos e, de outro, entre as necessidades identificadas pela engenharia de processos em termos de recursos financeiros, e a direção.

A Coordenação do Planejamento relaciona-se bastante com a área financeira, já que é responsável pela materialização do programa de investimentos definido pela direção na atividade de engenharia. No entanto, cada um dos departamentos de engenharia de processos mantém também contatos constantes com a área financeira, em especial com a seção de análise de projetos e rentabilidade. A Coordenação do Planejamento trata do

relacionamento geral com a área financeira; os departamentos tratam da liberação de verbas de orçamento para o financiamento de projetos: mesmo que um dado projeto tenha sido aprovado anteriormente, a execução orçamentária é acompanhada constantemente em reuniões conjuntas.

Parece interessante notar aqui as diferenças entre a visão dos engenheiros alocados na Coordenação do Planejamento e aqueles dos departamentos de engenharia de processos propriamente ditos em relação à percepção da estratégia global da empresa. Se por um lado os engenheiros de processo afirmam não "sentir" a diretriz da empresa, recebendo as ordens diretamente da chefia imediata, por outro, a coordenação do planejamento descreve claramente a definição das diretrizes empresariais como sendo feita pela direção local juntamente com a direção da matriz. Apesar de hierarquicamente próximos, e de haver um contato informal bastante próximo entre as áreas, fica clara a diferença de visibilidade da estratégia da empresa para uns e para outros. Há uma clara diferenciação na quantidade e abrangência das informações tratadas e recebidas por cada um.

A coordenação do Planejamento tem outro papel importante dentro da atividade de engenharia, em seu relacionamento com a direção da empresa: dispondo de contato íntimo junto aos setores de engenharia, bem como de informações de nível estratégico, é capaz de orientar a engenharia para o desenvolvimento de projetos de iniciativa da própria engenharia, antecipando-se a eventuais solicitações superiores. Isto leva à possibilidade de ganhos em termos de prestígio por parte dos engenheiros, na medida em que ordens superiores podem ser executadas mais rapidamente, "surpreendendo" as chefias. Mais que um instrumento de obtenção de prestígio, este expediente pare-

cer servir para uma espécie de "auto-defesa" da engenharia em relação às oscilações da vontade superior. Diz um técnico da coordenação: "há pouco, a diretoria resolveu que o modelo X vai continuar em linha, até julho de 87. Mas nós imaginamos que vai até dezembro. Procuramos então fazer todos os estudos possíveis, considerando as duas hipóteses. Se eles reformularem a decisão, nós já estamos preparados ...".

Tenta-se, sempre e em qualquer situação, dar conta do desconhecimento em relação às decisões da matriz. Mesmo que fragmentadas, as informações de que dispõe a coordenação do planejamento são uma ponte, ainda que precária, para interligar as "pequenas decisões" do cotidiano da engenharia às grandes decisões estratégicas. Busca-se sempre ampliar o horizonte de planejamento, por conta própria, inclusive na elaboração do programa de investimentos: "é preciso incluir tudo que for possível imaginar: nós montamos todo um estudo, de tecnologia, de melhoria de qualidade, de melhoria de produção, de mudanças nos veículos existentes e depois a diretoria, nos contatos com a matriz, chega à conclusão de que não pode investir tudo aqui. Aí começamos a cortar".

O procedimento discutido acima não é ignorado pela direção da empresa; ao contrário, é de certa forma reproduzido pela própria diretoria em suas negociações com a direção internacional; todos os níveis da hierarquia, desde a direção internacional, até os operários na linha, são estimulados a desenvolverem iniciativas próprias, a se anteciparem a decisões dos superiores, a estarem sempre preparados para mudanças de rota.

Outra forma de contato entre a engenharia de processos e a direção ocorre através das próprias chefias dos departamen-

tos de engenharia de processos. Estas chefias dispõem de informações estratégicas e muitas vezes secretas. As chefias, sendo antes de mais nada compostas por indivíduos de confiança da direção da empresa, orientam seus subordinados no sentido de fazer cumprir a programação de investimentos e as premissas e objetivos da organização. Procuram incutir nos subordinados uma espécie de conjunto de "parâmetros" internos que baseiam tanto a metodologia de trabalho quanto o rumo de determinadas atividades. A fragmentação do conhecimento da estratégia da empresa faz parte dos engenheiros é suprida, em boa parte, pelo acompanhamento extremamente próximo e minucioso dos trabalhos através das chefias.

6.5 - A MÃO-DE-OBRA DA ENGENHARIA

Uma adequada compreensão do processo de trabalho da engenharia dentro da empresa requer um conhecimento sobre a mão-de-obra que desempenha esta atividade, em termos de sua formação, treinamento e qualificação. Como nossa pesquisa esteve em boa parte voltada para a atividade de engenharia de processos, os dados que obtivemos a esse respeito referem-se aos profissionais alocados nessa área.

Esses profissionais podem ser divididos em três grupos principais, no que se refere à sua formação: o primeiro grupo, que constitui maioria, é formado por indivíduos cuja característica é não disporem de diploma de habilitação formal em engenharia; esses indivíduos compensam essa "deficiência" com uma larga experiência de trabalho dentro da empresa (em alguns poucos casos, em outras empresas do setor). Essa experiência abrange não apenas o trabalho no planejamento, mas o desempenho anterior de outras tarefas, em níveis inferiores da hierarquia. Encontramos indivíduos com até 28 anos de trabalho na empresa, que desempenham hoje tarefas de responsabilidade média - ocupam cargos de coordenação de equipes, mas não de chefia - e que nunca trabalharam em outra empresa. Ingressaram na empresa em cargos técnicos (ferramenteiro, em alguns casos, desenhistas em outros, para citar alguns exemplos) e galgaram posições a partir da experiência específica que foram adquirindo na organização, absorvendo os hábitos organizacionais, os métodos e a própria tecnologia automobilística.

O segundo grupo é bastante semelhante ao primeiro, diferindo pelo fato de que, durante o período de trabalho na empresa, cursou escolas de nível superior e é detentor de

diplomas em engenharia ou administração de empresas. Os indivíduos desse grupo, tendo passado por um processo de socialização diverso do primeiro grupo, ocupam cargos de responsabilidade relativamente maior - chegando a postos de chefia de seção. A formação universitária obtida tem um papel de legitimar o indivíduo perante a organização como elemento capaz de absorver com maior facilidade as mudanças em curso e, ao mesmo tempo, transmitir os novos valores e técnicas aos elementos do primeiro grupo.

O terceiro grupo, atualmente em minoria, é formado por indivíduos com pouco "tempo de casa", em torno de três a cinco anos, que ingressaram na empresa nos postos que ocupam atualmente; sua progressão na hierarquia da empresa tem sido, até agora, em termos apenas salariais, sem mudança de cargos. Esses indivíduos já ingressaram na empresa dispendo de títulos superiores, recentemente obtidos. São oriundos de escolas de engenharia localizadas em sua maioria na região próxima à fábrica.

Os engenheiros do terceiro grupo têm um papel bastante bem definido e compreendido pela maioria deles: são os responsáveis diretos pela absorção e aplicação das novas tecnologias. Para realizar essa tarefa, dispõem do auxílio dos engenheiros do segundo grupo, cuja "adaptação" aos novos paradigmas e recursos já se deu em parte, externamente à empresa. Os componentes do primeiro grupo são, como em outras organizações, mais resistentes às novas tecnologias, e apresentam os argumentos mais típicos encontrados nas organizações: não têm idade para aprender "tudo de novo". Ocorre que seu referencial torna-se realmente ultrapassado, e a reconstrução deste demanda um esforço e um custo com os quais a própria organiza-

ção não está disposta a arcar: faz mais sentido, dentro da lógica da empresa, contratar elementos com formação mais recente e já imersos no novo universo "informática-automatização" - mesmo que não tenham tido uma sólida formação técnica nas faculdades de engenharia em relação a esses temas. O que importa, no caso, é a capacidade de absorção (em termo de qualidade e quantidade) das novas tecnologias empregadas pela empresa. A utilidade do primeiro grupo reside na transmissão, "on the job", das técnicas, conceitos e valores da organização. É através do contato com esse grupo que os engenheiros de formação mais recente vão adquirir fluência na linguagem da organização e no que esta espera deles, podendo assim delimitar uma estratégia própria de ascensão, a partir da conjunção entre os valores mais novos de que são portadores e os valores que regem o trabalho na organização - qualquer que seja a tecnologia empregada. Os elementos do segundo grupo, que normalmente assumem cargos de chefia, têm um papel de "árbitro" em relação aos atritos que invariavelmente acabam por surgir. Os elementos do terceiro grupo, por fim, dispõem de maior facilidade de comunicação com outro grupo de profissionais que se encontram em ascensão nesse mesmo processo de transição, o pessoal de informática, particularmente com os indivíduos alocados nas tarefas de desenvolvimento de sistemas de controle e sincronização da fabricação. (1)

Outro aspecto a ser destacado é o papel das chefias. Toda a direção da empresa é realizada por indivíduos oriundos da matriz. Ao que consta, no período da pesquisa, apenas o chefe de departamento do setor de planejamento da armação era brasileiro o que, se não for absolutamente verdadeiro, não nega o fato de que, a partir dos cargos de gerência de departamento,

(1) Vide Capítulo 5, item 5.2

toda a administração superior é ocupada por estrangeiros. Os estrangeiros vêm para o país exclusivamente para ocupar cargos de chefia na empresa. Alguns cargos são eventualmente ocupados por filhos de imigrantes do país de origem da corporação. Parece-nos que a familiaridade com a cultura do país de origem da empresa, em especial o domínio da língua desse país, é fundamental para a legitimação de qualquer profissional na empresa. As chefias são ocupadas por elementos com essa origem e que dispõem, na grande maioria, de habilitação superior. Os elementos que vêm da matriz para ocupar cargos na alta administração não têm, necessariamente, grande experiência dentro da corporação. Ao contrário, muitos deles vêm ao Brasil para adquirir essa experiência, "queimando" etapas na ascensão na carreira da matriz.

Os cargos de chefia inferiores à gerência de departamento são em geral ocupados por elementos do segundo grupo (com experiência e diploma). Essas chefias, devido justamente a essas duas características, são confiáveis para ambos os lados: os subordinados e a administração superior. Dessa forma, constituem-se em um elo vital para a transposição das técnicas, métodos e informações que constituem a tecnologia que transita da matriz para a filia. Da chefia de departamento para baixo o acompanhamento dos trabalhos dos subordinados é bastante estreito e contínuo, e o aprendizado, por parte dos engenheiros-planejadores dá-se, em boa parte, através da comunicação com as chefias.

O treinamento dos engenheiros ocorre, basicamente, "on the job" e através da absorção de informações, de maneira fragmentada e contínua, das chefias, através de um mecanismo quase que do tipo "meste-aprendiz". Determinadas informações

bem delimitadas são obtidas a partir de contatos com fornecedores e recorrendo-se aos colegas da matriz. Perguntados sobre algum tipo de treinamento formal que tenha sido recebido dentro da empresa, os engenheiros do segundo tipo, com menos tempo de casa e formação mais atualizada responderam que fizeram apenas cursos de Análise de Valor e de formação no sistema MTM. Informaram que os engenheiros mais antigos não fizeram, em geral, nenhum outro curso além desses, que tivesse sido oferecido pela empresa.⁽¹⁾ Os engenheiros fazem cursos ou assistem a palestras sobre determinadas inovações organizacionais ou técnicas a serem introduzidas na fábrica. No momento da pesquisa, alguns sistemas de computador em fase de implantação estavam sendo apresentados aos engenheiros que futuramente seriam usuários dos mesmos. O uso de microcomputadores, em fase de difusão (e pouco disseminados na engenharia, como vimos no Capítulo 5, item 5.3). é incentivado através de alguns cursos sobre pacotes mais comuns de software, como planilha eletrônica ou bancos de dados.

O curso de MTM é o mais formalizado, compondo-se de três módulos. O primeiro módulo é básico, e é ministrado durante três semanas, em períodos de oito horas por dia, fora da fábrica. Segundo um dos engenheiros mais novos, "... é fora da fábrica, boa comida, beom refrigerante, cabeça fresca. Você tem que estudar à noite em casa, é super puxado. Era de quatro semanas, e alguém mensurou em termos de custo e comprimiu. O básico nos dá condição de fazer análise e é freqüentado de planejador para cima". A forma como o engenheiro descreve o curso denota que este não serve apenas para a transmissão de um

(1) A não ser o curso da língua do país de origem da corporação que é feito na própria fábrica, no horário de trabalho.

conjunto de técnicas bem definidas, mas para a realização do enquadramento do profissional dentro da organização. A própria duração do curso parece excessiva, se fosse o caso de meramente transmitir as técnicas básicas de MTM. O módulo seguinte denomina-se "Dados Standard" e transmite "só a parte técnica de micromovimentos". O terceiro módulo complementa com "outras informações e a parte legal e de fiscalização da coisa".⁽¹⁾ O curso de Análise de Valores segue o mesmo padrão, sendo oferecido durante uma semana, em hotel.

O mesmo engenheiro referiu-se a um curso de "Técnicas de Apresentação", ministrado no clube da empresa na praia. "É sobre técnicas para apresentar trabalho, uso de retroprojetor etc." Outro curso referido é o de "Gerenciamento Administrativo", que "é para pessoas que eles pensam que vão ser líderes (de projeto), ou já são". Há também cursos específicos e ocasionais para complementação de formações deficientes - como é o caso dos não-engenheiros - em relação a determinados tópicos que exigem conhecimento científico formalizado.

De modo geral, é pequena a atenção da fábrica em relação ao treinamento formal para o pessoal de engenharia. Segundo o mesmo engenheiro, "há muitos planos, mas está restrito". A base da formação é obtida na atividade cotidiana através das chefias, dos colegas com formações diferentes e da matriz.

Os conhecimentos adquiridos pelos engenheiros, através da experiência pessoal ou grupal acaba definindo um refe-

(1) O pessoal da fabricação - os mestres - fazem um curso diferente sobre o mesmo assunto, que é apenas informativo. "É mais político, é mais para dizer o que é o MTM, porque ele vai trabalhar com um tempo pré-calculado em MTM", diz o mesmo engenheiro.

rencial comum a todo o agrupamento de engenheiros em termos dos critérios, métodos e procedimentos que devem ser empregados na empresa. A recuperação e o emprego das informações tecnológicas assim geradas, assim, só se torna possível se feito quase que apenas pelos mesmos profissionais que as geraram ou, ao menos, por indivíduos que disponham dos mesmos padrões de referência: isto parece explicar a baixa rotatividade de engenheiros e a linguagem homogênea por eles empregada.

CAPÍTULO 7

O FLUXO DE INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS

Apresentamos e discutimos neste capítulo as formas pelas quais ocorre o fluxo de informações tecnológicas de fora para dentro da planta ou, em particular, a forma pela qual o corpo técnico da empresa recebe informações a respeito do processo de fabricação e das inovações que vêm sendo paulatinamente introduzidas. Apresentamos os canais por onde chega a informação e procuramos identificar até que ponto estas informações "tornam-se tecnologia", no sentido empregado por Almeida (1983), isto é, o modo como as informações tornam-se explícitas no interior da planta e disponíveis dentro da engenharia sem depender dos indivíduos que compõem essa esfera.

A primeira fonte de informações tecnológicas é a própria matriz do grupo. Foram inúmeras as citações de entrevistados em relação à origem de determinados conhecimentos a respeito do processo produtivo, especialmente das inovações mais recentes, que apontam a matriz como fonte primária de informação.

Além da matriz, no entanto, têm papel importante na aquisição de tecnologia outras fontes que não são tão evidentes à primeira vista. É o caso dos fornecedores de equipamentos (não confundí-los com os fornecedores de peças), dos concorrentes instalados no país ou mesmo de suas matrizes e da convivência, fora da fábrica, em organismos de convivência social-profissional, entre técnicos de empresas diversas. Há ainda outras fontes de informação tecnológica que são menos relevantes porém contribuem para a aquisição de conhecimentos: a consulta a outras filiais do grupo, a participação dos técnicos em eventos técnicos no país e no exterior (congressos, seminários etc.) e a leitura de material jornalístico de divulgação. Por fim, podem ser ainda citados como canais de fluxo

de informações tecnológicas os CCQ's (Círculos de Controle de Qualidade). Estes últimos operam interiormente à planta mas, do ponto-de-vista do corpo técnico, as informações obtidas a partir de seu funcionamento podem ser consideradas exteriores à engenharia e podem, eventualmente, ter a mesma importância na solução de problemas quanto as informações recebidas de fora da planta.

A primeira fonte de informações tecnológicas para o corpo técnico, como vimos, é o intercâmbio de pessoal entre a matriz e a filial. Este intercâmbio ocorre em dois sentidos: técnicos da matriz viajam à filial e técnicos da filial vão à matriz. Os objetivos dos dois fluxos são diferentes. Os técnicos que vêm do exterior têm um papel mais ligado à implantação de procedimentos e métodos da matriz na filial. Em casos muito raros os técnicos da matriz chegam à filial para adquirir algum conhecimento sobre determinada inovação ou solução encontrada pelo corpo técnico da filial. Nesses casos, quando ocorrem, o papel dos técnicos da matriz é muito mais de fiscalização do que de absorção de conhecimentos: sua vinda objetiva verificar se os procedimentos adotados na filial são compatíveis com a normalização técnica e organizacional da matriz. Esse tipo de trabalho não requer constantes vindas de técnicos da matriz, já que o fluxo formal de documentação dá conta, por si só, da universalização de procedimentos.

O fluxo de informações novas, associadas às inovações tecnológicas, ocorre através das viagens realizadas pelos técnicos da filial à matriz. Essas viagens são de dois tipos: gerais e específicas. As viagens gerais têm o papel de fornecer ao técnico uma visão geral do panorama das instalações da matriz, tanto em termos técnicos como organizacionais: o técnico

viaja à matriz para conhecer as instalações, observar como trabalham os técnicos no exterior e conhecer os profissionais das áreas que são afins à sua na filial, de modo a estabelecer laços de contato que possam ser utilizados posteriormente, para consultas, solicitações etc.

As viagens específicas têm por objetivo a aquisição de um determinado conhecimento associado a um determinado processo que deverá ser - ou está sendo - implantado na filial. É o que ocorreu no caso dos robôs, do FTS, da linha de pintura catódica etc.

Alguns depoimentos dos técnicos entrevistados a respeito das viagens à matriz mostram a sua visão em relação a essa prática: "há pessoas, às vezes de outros departamentos, que dizem em reuniões: isso, na matriz, é assim ... Conforme a gravidade, é telex ou telefone. Se há um dos nossos lá, pede-se para ele ver como é e telefonar. O pessoal costuma ir para obter informações em geral; às vezes o indivíduo que está lá nem é da área. A gente dá os parâmetros e ele pode enviar os documentos, os desenhos, por malote". Declarações como esta mostram como a viagem do técnico à matriz proporciona a aquisição de conhecimentos que muitas vezes não são necessários imediatamente; são acumulados pelos indivíduos e utilizados quando necessário. Com as viagens, os engenheiros podem adquirir informações para a elaboração de sugestões que não são demandadas no momento; garante-se a auto-iniciativa da engenharia para propor inovações ou mudança. Do ponto-de-vista sócio-organizacional, saber como determinado problema foi resolvido na matriz é um elemento de prestígio técnico de que dispõe o engenheiro em relação aos colegas e à chefia.

A primeira resposta dos engenheiros em relação à aquisição de conhecimentos ou à transferência de tecnologia refere-se sempre à viagem à matriz; veja-se a resposta de um engenheiro da área de pintura à pergunta "como é o mecanismo de transferência de tecnologia?": "o pessoal vai para lá! Eu, por exemplo, já fui seis vezes. Uma das primeiras vezes que fui foi quando implantamos o pré-tratamento por imersão; fiquei uma semana só para ver um carro mergulhar no pré". Já um engenheiro do departamento de fluxo de materiais afirma: "o nosso contato com a matriz tem-se acentuado nos últimos anos. Deste departamento já foram quatro elementos em um período de um ano, com o objetivo de aprimoramento técnico, transferência de tecnologia de lá para cá, mas com uma visão bem ampla, não de uma viagem específica para análise de um ponto e trazer para cá, mas para formação, para ter uma visão global de lá. Isso deixa o pessoal com uma ilustração, uma visão melhor de novos processos, novos conceitos, de uma nova fábrica, enfim de um novo procedimento industrial".

A transferência de tecnologia, como se vê, está em boa parte baseada no fluxo de pessoas. A formalização de canais para realizar este fluxo independentemente das pessoas é, entretanto, preocupação do pessoal da área de informática. O coordenador do planejamento de informatização de processos (citado no item 5.4) avalia que "... você tem o profissional aqui e ele vai ter que produzir uma coisa aqui. Ele vai ter que absorver, e você manda o cara para lá. Nessa situação, ele fica até um ano, tem às vezes dificuldade com o idioma, e ficam duas pessoas ocupadas; aquela que desenvolve e aquela que absorve os conhecimentos. Um sistema de integração de bancos de dados e de comunicação por computador facilitaria a transferência de informações, para que os dois profissionais pos-

sam evoluir em cima do problema; para esse tipo de interação é preciso que você de um lado receba coisas de fora e de outro mande também suas opiniões, objeções; um carro no Brasil é diferente do de lá. Por exemplo: a 'casca' pode ser igual mas o motor aqui só tem um determinado tipo: isso é típico".

Nas declarações acima citadas o entrevistado faz referência às dificuldades enfrentadas pelos técnicos em relação ao idioma da matriz. Este idioma é um dos meios mais importantes através do qual se configura a forma de circulação de informações, tanto de fora para dentro da filial, como internamente a esta. Os documentos que chegam à filial, da matriz, são redigidos neste idioma. Boa parte da comunicação pessoal é feita neste idioma, não apenas entre a filial e a matriz, mas também entre técnicos brasileiros e estrangeiros que se encontram ocupando cargos na filial e mesmo entre profissionais brasileiros. O domínio da língua é um instrumento de diferenciação entre indivíduos, já que o idioma do país de origem da empresa não é muito difundido no Brasil. Conhecer este idioma proporciona a possibilidade de acesso a documentos do exterior e à realização de viagens à matriz, sendo uma condição necessária para a ascensão nos quadros da carreira. Os profissionais que dominam o idioma estrangeiro acabam por desenvolver um certo hábito de comunicarem-se em língua estrangeira, o que ocorre mesmo entre indivíduos brasileiros. O domínio do idioma estrangeiro é, também, um instrumento para a manutenção de segredo em relação a determinadas informações ou documentos de circulação restrita.

O fluxo formal de informações entre a matriz e a filial ocorre basicamente através de documentos - desenhos e especificações - que são enviados à engenharia local, tanto de

produto quanto de processos. Alguns técnicos entrevistados afirmam que há determinados detalhes que não constam, normalmente, dos documentos escritos, e requer-se muitas vezes contatos suplementares com engenheiros da matriz. Muitas vezes, estes engenheiros (da matriz) resistem em passar determinadas informações (os "pulos-do-gato"), o que acaba por levar os engenheiros locais a desdobrarem-se para descobri-las. Há uma certa indicação, às vezes velada, de conflito em relação aos técnicos da matriz; como afirma um dos engenheiros: "quando a gente vai lá, para eles é alguém que chega do fim do mundo, e eles fazem segredo para não deixar você descobrir que eles também não entendem ..." ou "tem que saber com quem falar lá; às vezes pode-se ficar meio ano e não obter nenhuma informação...". De modo geral, há uma diretriz que recomenda um fluxo livre de informações entre engenheiros dos dois países. Esse tipo de dificuldade parece estar associado muito mais aos valores subjetivos que caracterizam os agrupamentos de engenheiros, tanto na matriz quanto no Brasil: os engenheiros tendem, naturalmente, a valorizar o conhecimento que possuem, e tornar sua difusão restrita, na medida em que este conhecimento é o "capital" de que dispõem dentro da organização. Justamente para evitar isso é que torna-se necessário explicitar o conhecimento tecnológico, transformando-o em tecnologia. No relacionamento entre os engenheiros da empresa esse tipo de dificuldade é comum. (1)

Muitas vezes, contudo, a dificuldade de recebimento de informações completas da matriz deve-se à existência de proprietários de processos, o que impede a matriz de transferir internamente a tecnologia empregada no exterior.

(1) Vide Capítulo 5, item 5.1, a referência aos problemas na instalação da linha FTS.

As dificuldades no contato com a matriz redundam, muitas vezes, em desenvolvimento real de capacitação interna; no entanto, é difícil distinguir até onde vai o "discurso" de competência dos engenheiros locais e onde começa sua real capacitação. Em algumas áreas do processo de fabricação a capacitação é visível, devido a características do próprio processo: é o caso da área de armação, onde a tecnologia relativa ao processo de soldagem é de domínio total pelo pessoal interno; as dificuldades ou desconhecimentos referem-se especialmente à automação programável, de um lado, ou às especificações de solda associadas ao produto, isto é, ao como fazer a solda nos veículos novos de acordo com as especificações do projeto. Se, por um lado, a introdução de inovações tecnológicas se deu, de início, no setor de armação, essa não é uma área onde o conhecimento esteja limitado por restrições de domínio conceitual (tecnologia de materiais, físico-química etc.). A questão da informação tecnológica aparece na organização do processo de fabricação. O discurso dos engenheiros torna-se confuso quando estes se referem a uma certa independência em relação à matriz quanto ao fluxo de informações. Colocados frente a uma remota hipótese de rompimento desse fluxo, um engenheiro da armação afirma que "não haveria nenhum problema; a maioria dos equipamentos já está nacionalizada, a gente tem bagagem para continuar sozinhos. A gente chegaria lá ... inclusive temos coisas implantadas aqui que a matriz não tem ...". Este tipo de afirmação parece ser muito mais uma declaração de competência interna da mão-de-obra da engenharia do que um fato real, dadas todas as evidências disponíveis.

A mesma confusão se apresenta quando os engenheiros afirmam que só há fluxo da matriz para a filial quando há solicitação: "pode ser que alguém domine um processo algo dife-

rente mas a coisa fica restrita lá; se eu não tiver o problema e perguntar, não vejo razão para me informar disso aí. Dentro dessa empresa (referindo-se à filial), a gente tem uma história de automóvel e não se sente inseguro em relação à eventual distância em relação à solução ótima para resolver o problema aqui ou em outra fábrica. Mas a iniciativa para buscar soluções novas aqui, na matriz ou em qualquer lugar depende muito de cada um, isso é subjetivo". Trata-se da mesma questão: até onde isso é verdadeiro ou é mera afirmação de competência? De qualquer modo, é claro que há fluxo de tecnologia sistematizado através de documentação. A informação suplementar é que parece depender de iniciativa própria por parte dos engenheiros e sua solicitação ou não acaba entrando em um certo "jogo" da aquisição de prestígio, tanto da engenharia local em relação à matriz, quanto de cada indivíduo em relação a seus colegas e à chefia. Tudo isso, no entanto, está sujeito à lógica global da organização, em particular à lógica de padronização de procedimentos e de uniformidade tecnológica sempre que possível; apenas onde não é possível manter essa uniformidade, em função de características locais de produção, entra a capacitação interna, a auto-iniciativa da engenharia e sua criatividade.

Como vimos anteriormente, outra fonte de informação relevante para a engenharia, em especial para a engenharia de processos, é o contato com fornecedores de equipamentos e com outras montadoras concorrentes. Em relação aos concorrentes, há transferência de conhecimento quando da elaboração e discussão de cartas-consulta ou de editais de licitação, e também durante a instalação e manutenção de equipamentos. Os fornecedores de equipamentos funcionam, às vezes, como pontes para a obtenção de informações sobre os concorrentes, na medida

em que muitas empresas fabricantes de equipamentos são também internacionais e fornecem os mesmos equipamentos para várias montadoras. Muitas vezes, também, esses fornecedores têm contratos de fornecimento mundial junto à matriz, o que obriga a filial a utilizar o mesmo fornecedor que a matriz, formando-se um circuito entre a engenharia da matriz, a matriz do fornecedor e as respectivas filiais, com transferências mútuas de informação.

No caso dos concorrentes, houve várias referências a contatos mantidos. Na pintura, o engenheiro entrevistado citou uma visita recente que fez a duas montadoras concorrentes no interior; estas visitas foram obtidas através de três firmas fornecedoras de equipamentos para a planta local e para as montadoras no exterior. Nessa visita, o entrevistado foi observar linhas de pintura com robôs que executam aplicações no interior de carrocerias. Os fornecedores, quando o contato é bom, podem fazer transitar informações de uma montadora a outra, e inclusive providenciar visitas mútuas. Foram citadas visitas de técnicos de filiais brasileiras de empresas concorrentes à instalação da planta. Perguntados sobre os riscos ou dificuldades desse tipo de troca de informações, os engenheiros afirmaram que, quanto ao segredo não há problema, já que as informações essenciais não são repassadas - no caso das linhas de pré-tratamento, por exemplo, "o segredo está muito mais na composição do material de banho do que na instalação em si", como explica o engenheiro entrevistado. Há dificuldades para o acesso às empresas concorrentes, mas os engenheiros as atribuem muito mais ao pouco tempo disponível para tal - "as pessoas bem municiadas tecnicamente nessa área nunca têm tempo para você" - do que a barreiras devidas à competição entre as empresas. E há outra forma, muito mais produtiva do que através

de visitas rápidas, de obter informação: o conhecimento de amigos que trabalham nas empresas concorrentes. Um dos engenheiros afirmou que "esta pseudo-concorrência não existe na realidade. E não há perigo de serem passadas informações inconvenientes, porque eu tenho certas informações, o chefe tem outras ... Qualquer pessoa amadurecida profissionalmente vai se preocupar com o que falar. Vai tratar do assunto, buscando a técnica, só a técnica, sem especular".

Para finalizar, resta comentar ainda a obtenção de informações através de freqüência a seminários, congressos etc. e o papel dos CCQ's.

A freqüência a seminários e congressos por parte dos engenheiros é bastante rara. A principal razão apresentada para isso é o pouco tempo disponível - ou permitido - para este tipo de atividade. Na verdade, a empresa, na área de engenharia, investe muito mais na capacitação "on the job" por parte de seus técnicos. Seminários e congressos são freqüentados em sua maioria pelas chefias, que acabam desempenhado um papel de "gate-keepers" tecnológicos em relação ao mundo exterior, e selecionam o que vai ser repassado internamente.

É importante destacar, contudo, que esse tipo de restrição ou indisponibilidade não se repete no caso do pessoal da informática, que constantemente freqüenta os eventos de sua área. As chefias da engenharia parecem, recentemente, ter percebido que este tipo de contato é produtivo e necessário, dada a elevada taxa de mudanças das novas tecnologias; caracterizam a baixa freqüência de seus subordinados em eventos técnicos como resquícios de uma época anterior, "onde as coisas eram mais tranquilas; hoje todo mundo precisa saber o que está acontecendo".

tecendo, ler revistas, ir a congressos etc." - diz o chefe do departamento de armação.

Os CCQ's não são muito citados pelos engenheiros de processo como fontes de conhecimento ou informação tecnológica. Os CCQ's são vistos, por boa parte dos engenheiros, como parte de um esquema de motivação da mão-de-obra produtiva, cujo resultado é a obtenção de economias. Para os engenheiros, as sugestões oriundas dos CCQ's não são informações ou soluções tecnológicas. Mais do que através dos CCQ's, é através do contato diário e estreito entre os engenheiros de processo e o pessoal da fabricação (mestres, líderes, operários) que determinadas informações ou idéias são absorvidas pela engenharia; assim, no caso desta empresa, os CCQ's têm um papel maior de motivação do que de mecanismo de transferência de informações do piso da fábrica para a engenharia. Ao contrário, alguns engenheiros afirmam que a prática de distribuição de prêmios pode levar o operário a sonegar algumas informações, deixando para encaminhá-las sob a forma de sugestões através do CCQ, visando obter alguma recompensa.

Resumindo o quadro do fluxo de informações tecnológicas tem-se, em primeiro lugar, a transferência de informações tecnológicas mais substancial ocorrendo no sentido da matriz para a filial. Esta transferência se dá, em grande parte, através do fluxo de documentos, mas também através de fluxo de indivíduos, que vão à matriz para adquirir informações específicas e absorver os métodos e procedimentos lá empregados. As viagens dos técnicos à matriz têm, também, um papel de socialização destes últimos em termos da cultura organizacional do grupo. De um modo geral, a capacitação tecnológica da empresa baseia-se na manutenção de um grupo de engenheiros culturalmente adaptados

e treinados "on the job". É política da empresa reforçar a capacitação interna de seus engenheiros através dos esquemas acima citados, bem como através da estimulação de um mecanismo de auto-iniciativa, dentro do qual o engenheiro se vê compelido a buscar constante atualização, lançando mão dos mais variados expedientes, onde se incluem os contatos com fornecedores, concorrentes, colegas de outras empresas e com os próprios operários. A incorporação do novo paradigma tecnológico-organizacional tem levado os engenheiros a uma incessante busca de atualização através destes mecanismos. A empresa, por seu turno, tem procurado investir na automação de fluxos de informação, interligando terminais de computadores entre a filial e a matriz, de modo a transformar em verdadeira tecnologia os conhecimentos residentes, em sua maioria, na qualificação adquirida pela mão-de-obra de engenharia; os fluxos de informação tecnológica tendem, assim, a formalizarem-se e passar a depender menos dos indivíduos; estes, entretanto, precisam estar preparados para absorver os novos conhecimentos, o que é obtido através do contato estreito com a engenharia na matriz, fonte primária de inovações tecnológicas.

CAPÍTULO 8

A DECISÃO TECNOLÓGICA

Até este ponto, apresentamos e discutimos o funcionamento da atividade de engenharia dentro da empresa, bem como apresentamos as inovações tecnológicas que vêm sendo adotadas na linha da incorporação do novo paradigma tecnológico-organizacional que vem caracterizando a indústria automobilística a nível mundial, procurando apreender o modo pelo qual a engenharia da empresa, especialmente a engenharia de processos, incorpora as novas tecnologias. Neste capítulo, procuramos discutir a decisão tecnológica, isto é, a maneira pela qual a empresa toma as decisões que levam a definir os rumos da modernização da planta.

A decisão tecnológica é um processo caracterizado pela participação de vários agentes e níveis dentro da organização da empresa, desde a direção internacional do grupo até os próprios técnicos da área técnica da empresa. Descrevemos e analisamos esse processo no item 8.1.

Ao mesmo tempo, o processo de decisão leva em conta parâmetros (critérios, objetivos e condicionantes). Abordamos estes parâmetros no item 8.2. Muitos deles já apareceram em nossa exposição, nos capítulos 5 e 6; procuramos, agora, sistematizá-los no contexto da decisão e da escolha tecnológica.

8.1 - O PROCESSO DE DECISÃO

O processo de decisão e de escolha tecnológica dentro da empresa é algo bastante complexo, na medida em que uma série de instâncias participam da definição dos rumos e do ritmo da modernização tecnológica. A compreensão desse processo a partir de depoimentos dos quadros técnicos da empresa é dificultada pela interpretação que têm os engenheiros dos caminhos percorridos pelas decisões através da hierarquia da empresa, desde a direção internacional do grupo até as decisões a respeito de detalhes relativos à implantação de inovações tecnológicas na produção.

Para caracterizar o processo de decisão tecnológica, é interessante, em primeiro lugar, caracterizar os agentes que participam do processo e identificar a amplitude das decisões que estão a cargo de cada um desses agentes. Em seguida, é importante caracterizar, também, o fluxo percorrido pelas decisões, identificando os meios através dos quais as decisões se formalizam e transitam através da organização.

As decisões que estão relacionadas à tecnologia podem ser, para efeito de compreensão do processo, entendidas como uma seqüência contínua de convergência, que começa com "macrodecisões" - ou decisões de nível estratégico - e termina em "microdecisões", que darão conta de detalhes de implementação das macrodecisões.

As macrodecisões são tomadas pela direção internacional da empresa. Através dessas decisões são definidos os contornos da modernização tecnológica, a partir, basicamente, de um montante de investimentos que a matriz está disposta a alo-

car na filial. A definição do montante de investimentos está associada ao planejamento estratégico da corporação o qual, por sua vez, leva em conta fatores como a situação do mercado automobilístico internacional, o mercado de recursos tecnológicos disponíveis nesta indústria a nível mundial, - o paradigma de organização da produção que prevalece neste mercado - os padrões de rentabilidade, produtividade dos investimentos nos vários mercados em que a empresa atua, o grau de concorrência entre as empresas do setor em termos do mercado e da rentabilidade dos investimentos etc.

A partir desses fatores, a direção internacional da empresa elabora uma programação de investimentos distribuída a curto, médio e longo prazo. Estes investimentos estão associados a um conjunto de diretrizes, metas e objetivos que transitam entre a matriz e as filiais. Estas diretrizes nem sempre ficam explícitas para o conjunto da organização; às vezes, ultrapassam as determinações constantes dos programas de investimentos, ou dos projetos específicos de implantação de inovações e se alojam no nível subjetivo da organização, levando os diversos agentes a se comportarem de acordo com diretrizes que não se encontram escritas ou formalizadas. Este nível subjetivo conforma valores dos quais os agentes que ocupam níveis inferiores na organização se utilizam para tomar as micro - ou "me-so" - decisões que lhes cabe tomar, dentro do processo de decisão.

Definidos os parâmetros estratégicos em relação às decisões e escolhas tecnológicas, por parte da direção internacional, entra em cena a direção da filial no país. A direção da filial desempenha um papel de representante da direção internacional frente ao conjunto da organização no país e, ao

mesmo tempo, um papel de elemento transmissor de fatores locais para a conformação de diretrizes e do programa de investimentos. Os papéis desempenhados pela direção da filial tornam-na um elo de ligação entre os fatores mais globais que orientam as decisões a nível internacional e os condicionantes locais impostos pelas condições objetivas através das quais se dá a operação da empresa no país. O programa de investimentos é, então, negociado entre as duas direções, ficando a cargo da direção da filial a sua implementação.

O programa de investimentos - enquanto documento formal - acaba sendo o instrumento através do qual se materializam as decisões estratégicas da empresa referentes à modernização tecnológica. O programa de investimentos se subdivide em dois: um, mais geral, refere-se à operação da empresa em um período de seis anos. O programa de seis anos não tem, em geral, verbas disponíveis já devidamente alocadas, mas serve como orientador para ações de curto prazo. O programa de dois anos prevê um conjunto de atividades a serem desenvolvidas nesse período, associadas a um dado volume de investimentos já alocados e que será comprometido para a execução dessas atividades. O programa de investimentos de curto prazo subdivide-se em rubricas nas quais são enquadradas as atividades a serem executadas. É importante ressaltar que as rubricas do programa de investimento não detalham as atividades em termos micro; não são definidos, no plano, investimentos em aquisição de máquinas e equipamentos específicos, expansão de instalações etc. A execução do programa dependerá da avaliação efetuada ao nível da filial e do enquadramento das atividades - decorrente das micro ou meso decisões - em cada uma das rubricas do orçamento, configurando, assim, a disponibilidade ou não de recursos para executar essa ou aquela atividade.

Além do programa de investimentos em si, uma outra linha de recursos que pode estar associada a atividades que materializam escolhas ou decisões tecnológicas pode ser definida através de um eventual projeto de grande porte; é o caso, por exemplo, do projeto de produção de um determinado veículo para exportação ao mercado dos EUA. Nesse caso, as ações associadas aos investimentos são associadas a um produto novo e a um correspondente processo de fabricação novo. Nesse caso, o financiamento das inovações tecnológicas associadas ao projeto é autônomo em relação ao programa global de investimento.

Tanto o programa de investimentos como os projetos "especiais" são, como vimos, negociados entre a direção internacional e a direção da filial. A direção da filial apresenta uma série de "reivindicações" relativas a modernizações, expansões e necessidades em geral que percebe a partir da gestão da produção na filial, bem como a partir da monitoração que excuta em relação ao comportamento dos mercados interno de insumos e de produtos.

Para o fechamento das proposições que a direção local levará à matriz, a primeira lança mão de elementos que são de estrita confiança da direção e que ocupam cargos de chefia nas áreas financeira, de marketing, de engenharia de produto e de processo, de relações industriais, de informática etc. Estes indivíduos deverão reproduzir, no interior da organização, o mesmo processo que se dá entre a direção local e a direção da matriz: são o elo de ligação entre a direção da empresa e os elementos técnicos das várias áreas. Através deles, fluem para a direção informações e necessidades identificadas pelos técnicos e, ao mesmo tempo, fluem as diretrizes, metas e objetivos que orientam a operação da empresa e as atividades do

do pessoal técnico. Estas diretrizes, não completamente formais, acabam por ser personificadas nos chefes, que acompanham e administram o trabalho cotidiano na engenharia, na informática e em outras áreas onde eventualmente as decisões tecnológicas sejam relevantes.

Os elementos técnicos das áreas de engenharia, tendo conhecimento dos parâmetros que orientam a direção (tanto internacional como local), têm introjetado um conjunto relativamente estruturado de critérios, objetivos e valores a serem seguidos em qualquer tomada de decisão em termos "micro".

É nesse ponto que aparece o mecanismo de auto-iniciativa da engenharia. O corpo técnico da engenharia dispõe, dado o fluxo de informações tecnológicas que existe entre a matriz e a filial, de conhecimento a respeito do que existe de fato nas instalações da matriz em termos de recursos e soluções tecnológicas; dispõe, portanto, de um referencial prévio daquilo que a direção "espera" que seja feito na filial em relação às micro-decisões que competem aos técnicos. Estes, nos depoimentos colhidos a respeito do processo de decisão, fazem questão de frisar, constantemente, que dispõem de autonomia para tomar decisões, "que nada nos é imposto", como se pode observar através do depoimento de um engenheiro: "nós do planejamento da armação temos bastante liberdade no sentido de solicitar ou introduzir equipamentos novos. Quando vem um projeto para nós não existe uma imposição da matriz para que nós façamos um FTS com vinte ou dez robôs. Se não quisermos, não vamos usar nenhum. Mas é lógico que a filosofia da fábrica não é essa. Aí já está uma imposição em termos de evolução, mas a liberdade está em termos do que você sente. Então nós fazemos um arranjo da melhor maneira possível para a fábrica para aten-

der aquelas especificações. Então essa liberdade existe ...". Percebe-se nitidamente nesse depoimento que a engenharia de processos faz questão de afirmar sua autonomia para tomar decisões, mas ao mesmo tempo reconhece que há uma lógica coerente da empresa no sentido da modernização, e que resta ao engenheiro decidir "autonomamente" por aquilo que a direção da empresa espera que seja decidido. Quando a decisão chega ao nível micro, do detalhe, é necessário resguardar um espaço para os técnicos locais, por duas razões: primeiro, porque há detalhes técnicos que não podem ser previstos pela direção, mesmo com a participação das chefias técnicas no nível da "meso" decisão; há diversos problemas ligados à implantação das inovações e à sua adaptação às condições locais de operação que demandam uma participação do corpo técnico nas decisões. Segundo, porque parece ser importante que o corpo técnico "sinta essa liberdade", para manter-se motivado para executar seu trabalho. Um corpo técnico que perceba que as decisões tecnológicas são tomadas exclusivamente no exterior tenderia a ser resistente às mudanças, o que comprometeria profundamente a exequibilidade das inovações.

Há outra dimensão do processo de decisão tecnológica que não pode ser deixado de lado. O processo de projeto é um meio formal para a convergência das decisões tecnológicas desde o nível macro até o nível micro. No início do processo de projeto, já se encontram explícita ou implicitamente tomadas algumas decisões a nível micro, na medida em que mesmo não sendo estabelecido de maneira unívoca o processo de fabricação associado a um dado produto, efetivamente este produto é, em geral, produzido na matriz segundo um dado processo; esse processo é de conhecimento de boa parte dos engenheiros, especialmente das chefias técnicas e torna-se um padrão de referência pa-

ra as proposições a serem feitas pelos técnicos locais. Se um dado veículo é produzido por robôs na matriz, está colocado implicitamente para os técnicos locais que deve ser feito também na filial por robôs, - a menos de restrições de financiamento, de um lado, ou de obstáculos técnicos devidos às condições locais de fabricação.

A engenharia de processos tem clareza a respeito da necessidade de obedecer a um padrão que caracteriza a empresa em termos mundiais, como declara um engenheiro do setor de tratamento de superfícies: "tudo parte obviamente da matriz, é de lá que vêm essas determinações, porque é o grupo,⁽¹⁾ e nós temos que obedecer a este grupo, porque a marca mundial do grupo tem que ser mantida. Nós sempre estamos pensando em paralelo, mesmo que não tenha vindo nenhuma determinação. Nossos investimentos estão orçados e, quando dá, nós encaminhamos à diretoria". O prevailecimento da referência à autonomia ou à obediência ao padrão internacional oscila muito nas declarações dos engenheiros, dependendo do setor onde se encontram alocados. Nos setores que passaram por um processo de modernização mais significativo, como é o caso da armação, o discurso da autonomia é bem acentuado. O próprio chefe, um dos elementos de confiança da direção e que participa dos times citados anteriormente, afirma enfaticamente que "nós temos autonomia total: a matriz só assiste". Por outro lado, um dos engenheiros que trabalha na seção de pré-planejamento da armação e que esteve bastante envolvido com a especificação de robôs assim descreve o momento da decisão: "o robô veio a partir de

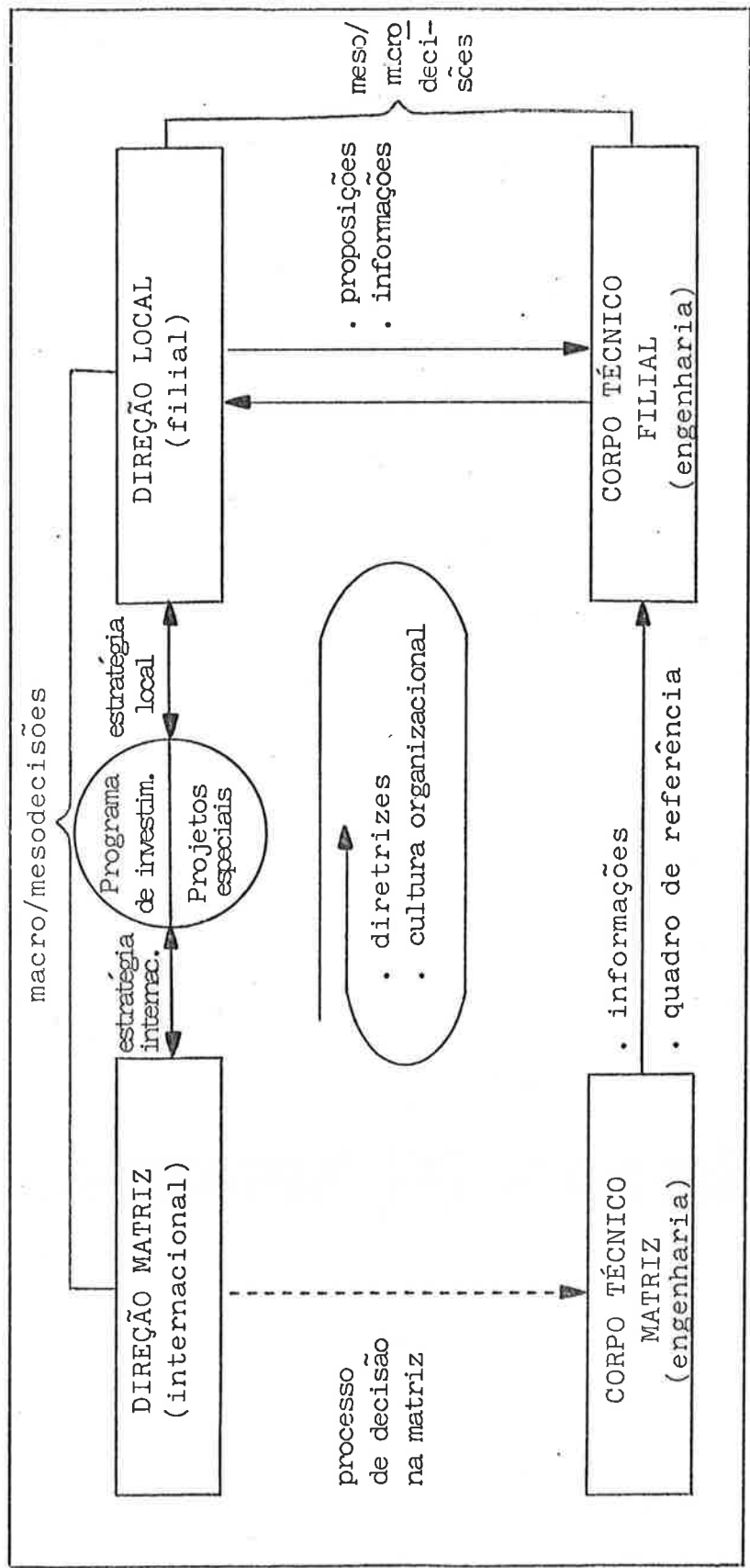
(1) Nessa citação, usamos a palavra grupo em substituição à palavra usada pelo entrevistado, que corresponde a "grupo" no idioma da matriz. Essa palavra, utilizada correntemente por um engenheiro brasileiro, denota a influência cultural, através do idioma, da matriz. Voltaremos a esse aspecto no capítulo 9.

lay-outs, desenhos, de fora, da matriz. A partir do momento em que alguém nos abriu uma perspectiva, uma possibilidade da fábrica vir a adquirir alguns robôs, perguntou-se se era viável fazer isso: 'que objetivo você tem? Se eu te desse um robô, onde você instalaria?...' " Este é o momento do envolvimento do corpo técnico, no qual a decisão está tomada a nível macro, mas depende tanto do parecer quanto do envolvimento dos engenheiros. As expressões empresariais citadas pelo entrevistado ("alguém", "perguntou-se") referem-se à chefia, que está, nesse momento, fazendo a intermediação entre a área técnica e a direção. Continua o entrevistado: "a partir daí começam os primeiros contatos com o robô, a ida de alguns técnicos para a matriz. Viu-se que existiam vários locais de possível aplicação. Depois, confirmada essa possibilidade, vem o momento da escolha, vem a oficialização para nós: 'nós vamos comprar alguns robôs, você precisaria quantos na área de armação?' ".

A padronização da tecnologia é um dos elementos fundamentais para a compreensão da escolha tecnológica. É preciso, em qualquer momento, obedecer às especificações oriundas da matriz, o que sem dúvida limita as possibilidades de autonomia. Se as especificações enviadas da matriz forem incorporadas na filial, deve-se segui-las fielmente. O mesmo chefe da armação assim exprimiu essa diretriz para um subordinado em discussão à qual assistimos: "tem que fazer igual ao desenho (da matriz), não igual ao melhor jeito nem igual à Argentina (referindo-se a diferenças que o técnico apontava em relação ao que julgava melhor e ao mesmo processo feito na filial da Argentina)".

De um modo resumido, podemos representar as considerações deste item através da Figura 7.1, na qual representamos os agentes envolvidos no processo de decisão e escolha de tecnologia e as relações que se estabelecem entre eles.

Figura 8.1
 O PROCESSO DE DECISÃO TECNOLÓGICA E A RELAÇÃO ENTRE OS AGENTES



8.2 - PARÂMETROS DA DECISÃO: CRITÉRIOS E CONDICIONANTES

São vários os parâmetros que orientam a tomada de decisão em relação à tecnologia e, em particular, em relação à introdução de inovações tecnológicas que apontam para o rumo da automação e da informatização da produção.

Os Parâmetros da Decisão do Ponto de Vista da Direção (Macro-decisões Estratégicas)

Do ponto-de-vista da direção internacional, os parâmetros que orientam a decisão de inovar estão subordinados a aspectos estratégicos do grupo e a fatores econômico-financeiros, na medida em que, além dos fatores técnicos, a disponibilidade de recursos para investimento limita o grau de modernização que pode ser atingido. Os principais parâmetros podem ser assim definidos:

a) Aumento da Proporção de Capital Fixo Investido em Relação ao Capital Variável

O aumento da proporção de capital fixo em relação ao capital variável é um objetivo subjacente a qualquer decisão, tanto em relação às instalações na própria matriz quanto nas filiais. Isto se manifesta sob a forma de substituição de mão-de-obra empregada na produção - tanto nas esferas da fabricação como nas esferas de engenharia e mesmo de coordenação - por equipamentos de automação fixa ou programável. As inovações tecnológicas mais recentemente disponíveis têm permitido ampliar os horizontes para essa transformação, na medida em que oferecem recursos que a tornam viável sob pontos de vista técnicos e econômicos. A viabilidade econômica da introdução de determi-

nados recursos tecnológicos recentemente desenvolvidos, como é o caso das inovações que podem ser reunidas sob o conceito de automação programável depende, todavia, das condições do país no qual está inserida a empresa que opta por sua introdução. Elementos como o custo da mão-de-obra, as condições do mercado interno ou as possibilidades de exportação definem condições de contorno dentro das quais a decisão pode ser tomada, bem como o grau de profundidade ou a extensão das inovações que podem ser introduzidas.

O que vem ocorrendo no caso da empresa estudada é a introdução gradual de inovações tecnológicas que apontam para a automação dos processos de produção na planta filial de acordo com um paradigma que é definido através de decisões estratégicas tomadas na matriz, em função das condições econômicas e tecnológicas do mercado automobilístico mundial, das condições específicas do mercado de mão-de-obra na matriz e da disponibilidade de recursos tecnológicos tanto na própria matriz quanto no mercado fornecedor de bens de produção e de tecnologia existente na matriz. As macrodecisões tomadas pela direção internacional são assim transferidas para a filial a partir de parâmetros que não necessariamente são os mesmos do mercado em que está instalada a filial. As macrodecisões não são, no entanto, repassadas de maneira impositiva à filial. O que ocorre é uma adaptação fina (através das "meso" e "microdecisões") dessas macrodecisões às condições locais de produção. Há, como vimos no item anterior, um processo semelhante a uma negociação, no qual o grau e o prazo em que as inovações serão introduzidas na filial são definidos em função das condições locais de produção. As decisões tomadas na matriz, mediadas pelas condições locais de produção, desembocam em parâmetros que são utilizados pela direção e pela engenharia locais: a matriz é, sem-

pre, um "espelho" (como afirma o coordenador de informática e automação de processos) de "onde se quer chegar".

O processo de transformação de capital variável em capital fixo através de uma gradativa tendência de substituição de mão-de-obra é, tipicamente, um dos parâmetros transferidos da matriz para a filial e é, até certo ponto, estranho às condições locais do mercado onde opera a filial. No entanto, este parâmetro acaba sendo levado em conta pela direção da filial e, em termos de microdecisões, pela engenharia de processos local, devido à dependência em relação ao fluxo de informações tecnológicas que se estabelece entre matriz e filial, e à padronização tecnológica que perpassa todas as instalações do grupo a nível internacional.

b) Aumento da Flexibilidade do Capital Fixo

Além do processo acima citado, outro objetivo definido pela direção internacional da empresa, devido às condições do mercado automobilístico mundial é o aumento da flexibilidade do capital fixo instalado.

As condições de supercompetição existentes na atual conjuntura do mercado mundial de automóveis têm levado à redução do ciclo de vida dos produtos nos mercados e à constante necessidade de lançamento de novos produtos em prazos que se reduzem constantemente. Para conciliar a tendência de incremento da proporção de capital fixo com a tendência paralela de rápida obsolescência dos equipamentos, as corporações automobilísticas mundiais e a empresa em questão têm partido para alternativas tecnológicas que proporcionem flexibilidade das instalações, tanto em termos de fabricação como de projeto ou

coordenação. Os recursos tecnológicos que proporcionam esse tipo de solução são os que incorporam os conceitos de automação programável, superando o paradigma anterior de automação fixa, que permitia altos níveis de produtividade e baixos custos com a contrapartida, todavia, da rigidez das instalações.

c) Integração do Processo de Produção

As soluções tecnológicas que compõem o novo paradigma de organização da produção, além de incorporarem a automação programável em termos de meios de produção, apontam também para a integração dos equipamentos e dispositivos programáveis em sistemas flexíveis de fabricação, através dos quais os fluxos de produção passam a ser integrados, o que leva a uma redução do volume de capital circulante dentro da planta. Ao lado de soluções especificamente organizativas buscadas (Kamban e similares), as próprias soluções técnicas que vêm sendo implantadas, aliando flexibilidade com integração sistemática, têm apontado para a redução do volume de partes em processo. Este conjunto de tendências expande-se, também, para a integração entre as esferas de projeto e fabricação, na medida em que passa a ser necessário reduzir o tempo que vai desde a concepção do produto até a instalação das linhas de fabricação em série, e para a integração destas esferas com a esfera de coordenação, já que o funcionamento regular dos sistemas flexíveis e integrados passa a depender de um correspondente fluxo de informações a respeito do que ocorre a todo momento na fabricação. Este fluxo de informações, dentro do quadro da lógica do moderno padrão de organização da produção, passa a ocorrer através de processamento eletrônico de dados, o que eleva a confiabilidade das informações e torna o processo independente de ações humanas.

d) Aumento de Qualidade

A conjuntura presente do mercado automobilístico apresenta ainda outro fator que conforma o processo de decisão tecnológica a nível estratégico: a questão da qualidade. As duas dimensões através das quais pode ser entendido o conceito de qualidade, tal como vimos no Capítulo 2 desse trabalho, aparecem como parâmetros do processo de escolha tecnológica. De um lado, a qualidade de projeto vem sendo cada vez mais um fator de competitividade dos produtos nos mercados, na medida em que a qualidade intrínseca dos veículos aos olhos do consumidor desempenha um papel diferenciador entre produtos concorrentes em um mesmo mercado. Por outro lado, a qualidade de conformação é um fator que passa a ser efetivamente valorizado pela própria empresa por várias razões associadas e coerentes com o quadro de escolha tecnológica em termos estratégicos: a fluidez do processo de fabricação depende, em grande parte, da redução ou eliminação de retrabalhos nos produtos em processo; os sistemas integrados de fabricação, compostos por dispositivos e meios programáveis, requerem uma regularidade elevada do fluxo de produção. Como a organização das linhas de fabricação passa a obedecer o fluxo integrado e automatizado, os retrabalhos são fatores de desorganização dessas linhas. Para reduzi-los, ou eliminá-los, são diretrizes estratégicas da organização a utilização de equipamentos de alta precisão e regularidade, bem como a disseminação de uma "cultura de qualidade" entre todos os indivíduos que participam do processo de produção, desde os engenheiros até os operadores.

Os Parâmetros de Decisão do Ponto-de-Vista da Engenharia (Meso e Microdecisões)

A engenharia da fábrica trabalha, como vimos no item anterior, com um grau de liberdade em relação à escolha tecnológica limitado pelas macrodecisões tomadas a nível de direção da empresa. Essas macrodecisões nem sempre aparecem explícitas para os engenheiros; em boa parte das vezes, são "sentidas" através da percepção que têm os engenheiros do comportamento que a empresa espera deles ou do comando que as chefias intermediárias exercem no dia a dia. Assim, para os engenheiros de processo, os fatores apresentados no início deste item são diretrizes que devem ser seguidas através de atividades técnicas e que são restringidos pelas condições concretas da fabricação pela qual são responsáveis. Na medida em que a atividade de engenharia depende em parte de procedimentos pouco formalizados, a transferência dos parâmetros que orientam as decisões ao nível da direção para o nível da engenharia demanda uma capacidade do conjunto dos engenheiros para decodificar os parâmetros da direção e, ao mesmo tempo, fazer com que estes parâmetros efetivamente orientem as decisões de nível meso e micro tomadas na engenharia.

A engenharia não tem clareza sobre o caminho percorrido entre as macro e as microdecisões. Ao mesmo tempo em que reafirmam constantemente a autonomia de que gozam para a escolha, os engenheiros fazem afirmações como "não é que no projeto venha se dizendo que se deve usar robôs com essa ou aquela especificação. Mas o processo que você tem que usar para se chegar àquela qualidade acaba implicando aquelas especificações".

Do ponto-de-vista da engenharia, procura-se sempre escolher um dispositivo automático em relação ao convencional. Esta é uma orientação básica que se coloca para todo e qualquer momento de tomada de decisão, para qualquer engenheiro, e faz parte do conjunto de valores subjetivos da organização. A passagem da macro para a microdecisão é balizada por esse tipo de orientação, que já está arraigada no corpo técnico. Um engenheiro da área de armação assim descreve um caso que demonstra bem como isso ocorre: "a dianteira do modelo X deveria ser totalmente automatizada. É o primeiro projeto: totalmente automatizada. Então é feito o projeto, com fluxo, lay-out, prazo, cronograma etc., procurando-se automatizar ao máximo. Vai para a financeira. Resposta: é muita coisa, em relação ao volume de produção, ao investimento que se quer fazer. Mas eles não dizem 'tira isso ou aquilo', pedem um novo estudo. O estudo é seu, no fim das contas. Nós então podemos, e a verba é liberada". A engenharia, portanto, recebe uma orientação básica de automatizar ao máximo. A partir dos projetos que são elaborados, a área financeira avalia a possibilidade de investimentos correspondente a esse grau de automação e libera a verba disponível. O grau de liberdade da microdecisão fica, nesse momento, definido. Há, porém, um pressuposto de automação que é prévio a qualquer estudo: "eu nunca ouvi uma diretriz do tipo 'você vai fazer isso com robô ou automático', mas eu posso dizer que eu penso automático. Isso é algo que está se tornando comum", diz o mesmo engenheiro citado acima.

As perspectivas de evolução da empresa, em termos de introdução de novos modelos no mercado e de aumento (ou redução) da capacidade de produção são elementos essenciais para a escolha tecnológica em relação ao grau de modernização que será implementado. Na medida em que a engenharia desconhece o

futuro a longo prazo que é planejado pela direção, tende, por iniciativa própria a pressionar a própria direção no sentido de maior automação e flexibilidade, vislumbrando eventuais problemas posteriores devidos à rigidez das instalações e à pressão do mercado automobilístico. Os parâmetros de modernização encontram-se, assim, embutidos na lógica da própria engenharia, para a qual as possíveis incompatibilidades entre o que demanda a direção e as possibilidades da instalação acarretam sérios problemas técnicos e uma carga de trabalho maior.

Nos Capítulos 5 e 6 vimos que os principais aspectos referentes às razões das inovações tecnológicas apontadas pelos engenheiros referem-se a qualidade, flexibilidade, melhoria dos fluxos de produção (através de padronização, regularidade e repetibilidade), precisão, economia de espaço físico nas áreas de fabricação, equiparação com o nível de modernização/automação vigente na matriz e/ou em empresas concorrentes e independência em relação a ações humanas. São esses aspectos que aparecem, ora explícitos, ora implícitos, no processo de decisão da engenharia.

Muitas vezes, a necessidade de dar conta, ao mesmo tempo da estratégia global seguida pela empresa e das condições locais existentes leva ao surgimento de inconsistências entre o que é "lógico" para a engenharia e o que é "lógico" para a direção; acabam aparecendo dificuldades para seguir de perto o "espelho da matriz". Há um caso bastante significativo dessas dificuldades, referentes à mudança no processo de colagem de portas, já citado no Capítulo 4. Um engenheiro de produto assim descreve a história de intordução dessa inovação: "isso nasceu na matriz, que está num estágio mais avançado que nós. É lógico que houve vantagem: menor custo com maior qualidade.

A idéia veio para cá junto com as especificações do modelo X, mais recente. O desenho que nós recebemos veio com a especificação de como ele é feito na matriz; não vem algo dizendo 'deve ser colada', mas acaba funcionando como um sugestão. Vindo através do pacote do modelo X, pensa-se em passar para os outros veículos. A engenharia de processo diz que é impossível fazer assim aqui, não há mercado nacional de fornecedor, precisaria desenvolver um fabricante, apresentar a cola para ele, fabricar as máquinas para a aplicação. Aí eu diria que vamos continuar no processo tradicional. Mas a direção, juntamente com as chefias da engenharia de produto e de processo resolveu que valia a pena o investimento." Já um engenheiro de processos envolvido no projeto afirma que "havia problemas intrínsecos à tecnologia anterior, que requeriam investimentos em equipamento para retrabalho. Houve ganhos em termos de tempo de fabricação: na fábrica, trabalha-se diretamente com material humano, com horas-homem. Nesse caso, já há uma economia porque você passa a independere do homem: onde você tinha no plano de fabricação, 'pendurar na corrente', por exemplo, a nova operação é apenas descrita, o tempo dela passa a zero em relação à mão-de-obra. Às vezes não se pode justificar por custo, ou tempo; pode ser que permaneçam lá algumas pessoas observando controles, e você tem que adquirir isso em algum lugar. Às vezes pode ser por aumento de qualidade. O equipamento foi instalado e economizou área, isso é fundamental. Se você justificar pelo custo do m² que está debaixo dele, já se tornou interessante." Nesse tipo de descrição percebe-se a influência dos vários fatores que compõe a escolha tecnológica ao nível da engenharia: o padrão da matriz, a independência em relação à mão-de-obra, a substituição da mão-de-obra, o ganho em qualidade - que, nesse caso, parece ser relativo basicamente à qualidade de conformação - e a preocupação com a área física ocupada ou

liberada. A engenharia de produto, no entanto, afirma que tenderia pela manutenção do sistema antigo, em função das dificuldades de fornecimento dos equipamentos e da tecnologia no mercado nacional. A engenharia de processos, por sua vez, demonstra interesse na inovação, tendo sido a executora do estudo de viabilidade levado à direção. O processo, no entanto, veio dentro do pacote de especificações do modelo X sob a forma de sugestão; isso já representa, para a engenharia de processos, um padrão a ser seguido, para o qual a própria engenharia de processo encontra argumentos que levem à sua aprovação, ligados à lógica local de produção. A lógica local, no entanto, se tomada isoladamente das articulações com a matriz, levaria à introdução de melhorias ou mudanças não necessariamente iguais às da matriz.

Um ponto que merece destaque na análise dos parâmetros da decisão no nível da engenharia é relativo à substituição de mão-de-obra. A direção na matriz tem em conta um objetivo de redução do volume da mão-de-obra empregado na produção, decorrente de uma estratégia global e especificamente ligada, entre outras, às condições do mercado de trabalho no país-sede. Mesmo sem nos aprofundarmos nessa questão particular (que não é objetivo desse trabalho), é claro, desde logo, que as condições do mercado de trabalho no Brasil são diferentes daquelas do país-sede da empresa. A redução do contingente de mão-de-obra, portanto, se faz sentido na matriz, não o faz da mesma forma na filial. No entanto, a substituição de mão-de-obra associada à fluidez e flexibilidade do processo de fabricação é um elemento que se transfere da matriz através de todos os mecanismos já citados, explícitos ou implícitos; é, porém, matizada pelas restrições locais, ligada ao investimento que é necessário. Diz um engenheiro da área de pintura: "aqui tenho car-

ga e descarga manual nas correntes transportadoras, e na matriz isso não se faz mais, a mão-de-obra foi sendo substituída. Para introduzir isso aqui hoje, significa uma modificação muito grande e um custo elevadíssimo. Numa análise custo x benefício, não é conveniente, mas um dia vai ser, e eu estou preparado para fazer".

A substituição da mão-de-obra, encarada sob o ponto de vista da independência em relação às ações humanas, levando a uma maior padronização e regularidade de produção é objetivo e desejo do conjunto dos engenheiros de processos, já que dá conta de problemas cotidianamente enfrentados. Isso faz com que os engenheiros se transformem em um grupo de pressão interno à empresa no sentido da modernização como se observa pelo que diz um engenheiro da área de usinagem de câmbio: "na produção, os elementos inovadores são os engenheiros em geral e o pessoal, em particular, que vai para a matriz e volta (sic) com os 'olhinhos molhados' de ver tanta tecnologia, tanta automatização e controles; chega aqui e emperra num problema. Por exemplo, um dia parou a linha de montagem de câmbio porque um cara deixou um eixo solto e o eixo quebrou a máquina; fica parado por oito ou 12 horas, o circulante é pequeno, você começa a pensar ... 'Como é na matriz?' bom, lá ele tem uma parafusadeira automática e um sensor que verifica a existência do parafuso e se ele está rosqueado com o torque correto. Você independe do homem e não tem esse tipo de problema depois".

A referência à substituição da mão-de-obra, quando justificada por parâmetros técnicos, é sempre espontânea por parte dos engenheiros. Estes tendem, porém, a acoplar à justificativa técnica uma exposição "humanitária", de redução de esforços físicos (e "mentais") e de melhoria das condições de tra-

balho, apresentada como prioridade da empresa. Isso é absolutamente contraditório com o fato de que a área de fundição está, até o momento, imune a qualquer automação que proporcione melhoria de condições de trabalho; exposições dessa ordem, tendem a ser, portanto, irrelevantes para a análise. Servem, sem dúvida, para indicar, por outro lado, que a engenharia preocupa-se com o problema, tendendo, via de regra, a repetir exaustivamente o discurso que a direção transmite para o público externo e para os operários e, como pudemos observar, para a própria engenharia.

CAPÍTULO 9

CULTURA ORGANIZACIONAL E MUDANÇA TECNOLÓGICA NA EMPRESA

Procuramos, até este ponto, analisar o processo de mudança tecnológica na empresa a partir das esferas que compõem o processo de produção. Abordamos especificamente o trabalho no interior da esfera da engenharia, buscando compreender o modo pelo qual esta se apropria das informações tecnológicas que recebe. Vimos, quanto ao trabalho da engenharia, que nem todo o processo de geração de tecnologia se baseia em procedimentos formalizados. Especialmente no que se refere à tomada de decisão, surgiram "indícios" de que há valores e pressupostos não explícitos que têm um papel relevante no funcionamento da empresa do ponto de vista organizacional.

Estes "indícios", identificados no decorrer da própria pesquisa de campo e da análise dos dados colhidos, levaram-nos à constatação de que para a compreensão mais aprofundada da forma concreta através da qual se desenrola o processo de modernização parece ser preciso abordar uma dimensão que perpassa todo o processo e que é difícil de ser apreendida se nos limitarmos a uma análise factual ou objetiva. Essa dimensão caracteriza-se por apresentar-se de modo subjetivo: manifesta-se a partir da maneira pela qual os agentes (ou pacientes) do processo de modernização compreendem a lógica desse processo e seu papel dentro dele. Mais ainda, a dimensão subjetiva abarca o que convencionamos denominar como "cultura organizacional" - um conjunto de regras, normas, mecanismos, comportamentos etc., não explícitos - a partir da qual se constrói uma conjunção articulada de valores e procedimentos que orientam as ações dos membros da organização. Essa "cultura organizacional" é um elemento essencial para uma correta compreensão da forma concreta através da qual se desenrola o processo de modernização, na medida em que o ritmo e a direção deste dependem, em grande parte, do grau em que a cultura da organização

vai sendo introjetada - ainda que não conscientemente - pelos membros do corpo técnico da empresa.

Uma análise aprofundada da cultura organizacional ou da dimensão subjetiva do processo de modernização é tarefa que, ao mesmo tempo em que parece ser necessária para uma melhor compreensão de nosso objeto de estudo, demanda uma abordagem que extrapola, em parte, os instrumentos metodológicos de que dispomos; poderia ser, certamente, melhor executada por profissionais das áreas de psicologia organizacional ou de sociologia das organizações. Não obstante, optamos por apresentar, neste capítulo, um esboço de análise dessa dimensão, que é parte inseparável do processo que nos propusemos analisar, de modo a apontar seu papel e, na medida do possível, fazer indicações para eventuais estudos posteriores.

Um dos elementos que fazem parte do que chamamos "cultura organizacional" da empresa é o idioma. O idioma da matriz é um veículo de transmissão não apenas de informações tecnológicas, mas próprio ambiente organizacional da matriz. O fato de terem sido encontrados vários membros do corpo técnico da engenharia que, sendo brasileiros sem origem estrangeira imediata, comunicam-se no idioma da matriz, revela o quanto a absorção da cultura da matriz ocorre de uma maneira subjetiva - o idioma é o elemento básico de comunicação e de troca de informações entre indivíduos. A transferência de informações e de decisões (macrodecisões) da matriz para a filial encontra, a partir do idioma, um ambiente propício de aceitação entre os elementos dos quadros médios da organização, que já se encontram pré-dispostos a aceitá-los e incorporá-los objetivamente. É de se ressaltar, ainda, o fato de que em muitos locais das alas de fabricação sejam encontrados avi-

sos, cartazes ou placas bilíngües;esses cartazes - do tipo "não fumar" ou com referências à segurança do trabalho - são dirigidos ao pessoal de fabricação, das linhas, onde não se encontram estrangeiros; parecem servir muito mais à elaboração de um ambiente em que a condição estrangeira da empresa é um elemento sempre presente.

Outro elemento importante da cultura organizacional que é encontrado entre os elementos da esfera da engenharia - e da coordenação, se aí incluirmos o pessoal de informática - é uma pré-disposição, um princípio básico de modernização e automação. Já vimos, no capítulo anterior, que em certos casos as modernizações introduzidas na planta atendem a interesses legítimos do corpo técnico, por trazerem soluções que resolvem problemas crônicos na interface engenharia x fabricação ou por reduzirem a carga de trabalho da engenharia. A pré-disposição à modernização - uma certa compulsão em direção a tudo o que é moderno - está, no entanto, presente em todo e qualquer instante em que se tomam decisões ou se avaliam decisões tomadas em instâncias superiores ou ainda nas proposições que são originadas na própria engenharia. Os engenheiros tendem a valorizar toda alternativa de decisão que envolva um passo adiante no rumo da modernização de uma maneira mais forte, antes de qualquer avaliação segundo critérios objetivos (custos, amortização, qualidade, solução de problemas técnicos etc.).

Houve muitas citações, dentro das entrevistas realizadas, que apontavam para essa avaliação "a priori" no sentido da modernização. Uma delas é a que se segue, da entrevista com um dos engenheiros da área de armação, já citada no item anterior: "eu penso automático". A materialização do processo de modernização, com a introdução de equipamentos de automação

e informática, pressupõe esse tipo de postura por parte da engenharia e parece, ao nosso ver, inviável sem ela. Não é suficiente, para a empresa, adquirir a capacitação desejada e acompanhar o ritmo de modernização da matriz e da concorrência, com a informação e a decisão tecnológicas fluindo apenas pelos canais formais. Os canais informais têm um papel essencial na elaboração de uma postura adequada por parte da engenharia, em última instância a implementadora das decisões tomadas a nível estratégico. Essa postura, como vimos, não é obtida "a fórceps", mas através de mecanismos organizacionais tais como o processo de auto-iniciativa: a empresa espera que cada um "pense automático", ou que cada um tenha a iniciativa de propor aquilo que a decisão a nível estratégico já definiu: "eu sempre devo criar alguma coisa para ter uma gama maior de alternativas. Esse é meu objetivo: criar sempre algo novo, para que eu possa desenvolver uma alternativa a mais. Acho que a própria empresa espera isso de mim (grifo MZ); algo de novo dentro de uma tecnologia totalmente nova, moderna, um método totalmente diferente". - é o que diz um outro engenheiro da área de armação. Outro ainda expõe a mesma idéia: "nós usamos o bom-senso na escolha. Quando você vai escolher um equipamento, pensa ao máximo nas conseqüências em função daquela escolha. Esse máximo é entrar em campos que não são bem do planejamento da armação. Por exemplo: amortização da compra daquele robô; alguém vai calcular isso, não é nossa tarefa. Mas pensa-se nisso." O que se vê aqui é um processo de compulsão que é dado pelo ambiente da empresa: deve-se - e não é norma escrita, é princípio - pensar sempre como a empresa pensaria; é preciso introjetar a lógica da corporação no processo de raciocínio de cada um e de todos. Mesmo um trabalho que requer criatividade, como é em alguns aspectos o trabalho da engenharia, desfruta de uma liberdade que não é controlada, mas dirigida, de maneira implícita,

no sentido do paradigma que orienta a decisão estratégica.

A manutenção de segredo em relação a quase toda informação que possa permitir ao interlocutor um conhecimento um pouco mais detalhado a respeito dos projetos ou das instalações é outro elemento constitutivo de cultura organizacional. Os quadros médios parecem se sentir acuados pela totalidade da organização e pela possibilidade do interlocutor - qualquer que ele seja - vir a tomar conhecimento de informações que são secretas. Ocorre que saber se uma informação é ou não secreta depende de critérios de que a engenharia não dispõe. Não se sabe se é permitido informar ao interlocutor sobre a carga suportada por um robô, sobre o que pode ocorrer no futuro, sobre o lançamento de um novo veículo ou sobre a eliminação de postos de trabalho devido à automação. Algumas dessas informações, se passadas por um crivo de racionalidade até certo ponto óbvio, poderiam ser selecionadas: o lançamento de um novo veículo é algo estratégico que deve ser resguardado, mas as especificações técnicas não o são, na maioria das vezes. O fato de que quase nenhum documento técnico da área de engenharia foi-nos apresentado denota uma insegurança dos engenheiros mesmo em relação à divulgação de informações estritamente técnicas a um interlocutor também técnico. A cultura da organização impõe um freio à divulgação de informações, quaisquer que elas sejam. Os engenheiros, desconhecendo os critérios reais de manutenção de segredo, usam filtros próprios, divulgando ou não aquilo que consideram conveniente. Esses filtros próprios, por sua vez, são elaborados a partir do que o engenheiro entende como sendo o que a empresa espera dele - sem que isso lhe seja explicitado. Assim, os filtros "próprios" deixam de sê-lo: são construídos a nível individual, mas segundo a lógica da organização. Para os engenheiros, isso representa o mesmo grau de autonomia de que

afirmam desfrutar em relação à escolha tecnológica, e que é dirigido através de um processo de decisão que envolve os quadros médios de maneira sutil e subjetiva: pensar é uma atividade individual por definição; pensar "automático" já é uma atividade sujeita à cultura definida pela organização.

Os engenheiros de processos não recebem horas extras por trabalhos fora do horário de expediente. No entanto, é extremamente comum o trabalho aos sábados. A disposição para o trabalho extraordinário é parte da cultura organizacional. O corpo de engenharia posiciona-se frente ao trabalho invariavelmente como se se posicionasse frente a uma guerra contra os prazos, as dificuldades, os problemas. A relação chefe-subordinado na engenharia é um dos canais informais de consolidação da cultura organizacional: a chefia é o elemento de ligação com a direção da empresa e é, ao mesmo tempo, o emulador do processo que chamamos de auto-iniciativa, que leva a engenharia a realizar trabalhos extraordinários que possam ser de interesse da empresa e que não tenham sido previstos. A carga de trabalho, por outro lado, sendo, aparentemente, sempre superdimensionada, leva o corpo de engenharia a tornar-se sempre disponível a modernizações que levem a facilitar seu trabalho (ou que assim lhes pareçam), tanto em relação a equipamentos como o CAD como em relação a equipamentos que evitem problemas com a mão-de-obra produtiva.

A compulsão ao moderno é obtida, dentro dos procedimentos organizacionais, através do envio de técnicos à matriz. Estas viagens, além de serem um dos meios mais utilizados para a transferência de informações tecnológicas, são também instrumentos para que os técnicos brasileiros "mergulhem" no universo da matriz e reconvertam seus valores em função dos valores

vigentes na matriz. O contato com profissionais equivalentes hierarquicamente na matriz, também engenheiros, faz com que os engenheiros brasileiros incorporem os processos de decisão a nível micro que são praticados na matriz, ao lado de todo o ambiente no qual se realiza o processo de trabalho. Um dos momentos onde isso se verifica com maior clareza é a explicação de um engenheiro da área de usinagem de câmbios a respeito dos "planejadores que voltam com os 'olhinhos molhados' de ver tanta tecnologia". É nesse contexto que a transferência de informações tecnológicas se acopla com a transferência de visões de mundo que levam a engenharia a estar sempre disposta à modernização, sem que a direção da empresa necessite lançar mão de instrumentos de coerção. Não é que a coerção seja sutilmente executada; ela simplesmente não se dá, já que o ambiente organizacional é moldado de maneira a torná-la desnecessária.

Alguns elementos do corpo de engenharia apresentam alguns indícios de resistência a determinadas inovações. São os engenheiros com muitos anos de casa e que, se estão acostumados ao ambiente da empresa, ficam até certo ponto surpresos ou acuados com o volume de inovações que vem sendo introduzido. Estes elementos, porém, não encontram argumentos para apresentar seus receios frente à modernização, e acabam se sujeitando ao processo. Seu comportamento é, no entanto, um pouco mais crítico que o dos engenheiros mais recentes ou que incorporam mais facilmente a lógica das novas tecnologias. Essa crítica, porém, só pode ser expressa na esfera da discussão técnica: os elementos mais antigos apresentam questões de detalhe, desconhecidas dos engenheiros mais recentes ou do pessoal de informática de processos. A partir do extenso conhecimento prático que detêm, os engenheiros mais antigos apontam as dificuldades de adaptação das instalações já existentes aos novos pa-

drões. Apontam, também, muitas vezes, para a fragilidade dos equipamentos programáveis, o que quase nunca é levantado pelos engenheiros mais entusiasmados: falam muitas vezes, dos "disquetes que sempre riscam", da "loucura que às vezes dá no computador" etc.

Os engenheiros mais recentes, ou aqueles mais antigos que conseguiram reconverter-se com maior facilidade, tem uma compulsão, que aparece em seu discurso, para demonstrar competência e conhecimento a respeito das tecnologias mais modernas. Parece haver, dentro da área técnica da empresa, um figurino que é constantemente perseguido pelos engenheiros e que se assemelha ao que, na falta de melhor expressão, poderíamos chamar de "self-made man tecnológico". À medida em que a ascensão profissional passa a depender do domínio de informações tecnológicas do novo tipo - e não apenas de informações conceituais, científicas, obtidas através da habilitação escolar ou de conhecimento empírico - os engenheiros passam a fazer esforços extremos no sentido demonstrar, a todo momento, um domínio pessoal do novo jargão que está associado à nova tecnologia, especialmente à informática; parece ser necessário, sob a ótica do engenheiro, incluir em seu vocabulário cotidiano expressões como "programas, bytes, pacotes, interface, fluxo de dados, light-pen" etc. Esse domínio é na maioria das vezes falso ou extremamente superficial, mas o que importa é a imagem de modernização de si próprio que cada engenheiro apresenta para seus superiores, seus interlocutores cotidianos e para si mesmos. Nas conversações entre engenheiros que têm uma maior intimidade ou amizade, entre si, isso não se verifica, e pode-se até depreender um certo relaxamento da tensão a que se está submetido na preocupação quanto ao discurso.

O novo jargão que tem penetrado a esfera da engenharia é um outro aspecto que merece ser tratado, ainda que ligeiramente. Os conceitos e as palavras que servem para exprimir conceitos tais como "CIM", "CAE", "CAD/CAM", "fábrica do futuro", "automação de escritório", "integração" são, por si só extremamente imprecisos e polissêmicos. Esta imprecisão é identificada pela própria coordenação da informática e automação de processos - tanto é que foi contratada uma firma consultora para produzir um relatório definindo o mais precisamente possível os termos e sua aplicabilidade. A imprecisão e a polissemia não são características exclusivas da empresa estudada e parecem permear toda a literatura a respeito do tema. No entanto, dentro da empresa estudada, a polissemia dos termos ao mesmo tempo em que dificulta o planejamento das ações na área, facilita o processo de ascensão dos "self-made-man tecnológicos", na medida em que tenham sucesso na elaboração e articulação de um discurso coerente e articulado para uso interno, nas constantes discussões que dizem respeito à modernização, à informática e à automação de novo tipo. O resultado dessa situação reflete-se em comportamentos que valorizam a pré-disposição para a modernização, como exprime a coordenação de informática e automação de processos: "sem dúvida, o contexto de AI (automação industrial), de AM (automação de manufatura), de CIM (Computer Integrated Manufacturing), tudo isso é colocado com um objetivo maior, só que fica muito intangível de visualizar a curto e médio prazo, e então as pessoas dizem: 'é por aqui? então vamos em frente. Eu tenho que fazer. É por aqui. Vamos lá!' ". A imprecisão conceitual e quanto à estratégia a seguir termina por abrir espaço para estratégias individuais, nas quais a competência se mede por iniciativa, dedicação, submissão não explícita e pelo domínio de um discurso relativamente completo e estruturado, ainda que muitas vezes superficial.

O novo paradigma tecnológico-organizacional tende a trazer para o sistema cultural da organização o prevalecimento de um esquema técnico-científico para a resolução dos conflitos de interesses que são inerentes à convivência dos vários grupos, esferas e níveis hierárquicos no interior da organização. Qualquer que seja o conflito, é na modernização que se tende a buscar soluções, dentro desse esquema; há apenas um ramo da organização que resiste à resolução de problemas segundo a ótica da tecnologia: é o corpo de operadores, a mão-de-obra produtiva, que traz, através de suas instâncias de organização (sindicato, comissão de fábrica), uma dimensão social para determinados problemas, ligados à questão da substituição da mão-de-obra e ao nível de emprego. Para fazer frente a esse flanco, desenvolve-se, no interior dos quadros técnicos intermediários da organização, um processo de introjeção de um discurso que procura encontrar na própria tecnologia as soluções para os problemas de ordem social, desembocando na justificação humanitária para decisões que são tomadas segundo uma lógica que é, por definição, baseada em princípios totalmente diversos daqueles que baseiam a ação das organizações dos operários. Esse processo leva os engenheiros a "misturar" argumentos técnicos com argumentos sociais, políticos ou ideológicos quando se referem aos critérios de escolha tecnológica. Como esse processo é característico de uma cultura organizacional que vem se modernizando concomitantemente à modernização do processo de produção, os engenheiros tendem facilmente a exprimir esse discurso de modo espontâneo: a competência no interior da organização - e a própria sobrevivência individual - depende de demonstrar-se capacidade para exprimir tanto o jargão técnico como a argumentação "social", qualquer que seja o interlocutor.

A extração social das camadas médias da organização é um aspecto que, muito provavelmente, contribuiria para explicar a capacidade dos engenheiros e técnicos em geral para converterem seus valores, suas visões de mundo, seus discursos e até mesmo seu idioma, àquilo que é esperado pela cultura da organização onde se encontram. Uma análise desse tipo ficaria absolutamente deslocada do contexto deste trabalho, mas contribuiria, sem dúvida, para um maior entendimento do que vem ocorrendo em termos de transformação tecnológica e da transformação organizacional a ela associada. Na medida em que a modernização tecnológica não se dá apenas sobre a base de meios e instrumentos formais de fluxo de informações e decisões, parece-nos necessário compreender, ao mesmo tempo, o terreno cultural (ou ideológico, se for o caso) onde o novo paradigma tecnológico-organizacional encontra fertilidade para se desenvolver. Mas isso é outra história, ainda que pertinente.

CAPÍTULO 10
CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto do estudo realizado permite extrair conclusões a respeito de quatro aspectos principais, relativos aos objetivos inicialmente propostos:

- a lógica subjacente ao processo de mudança tecnológica em curso na indústria automobilística;
- a estratégia de mudança na empresa;
- os parâmetros que orientam as decisões relacionadas às mudanças tecnológicas;
- o papel e a forma de trabalho da esfera de engenharia no decorrer do processo de mudança tecnológica.

O processo de mudança tecnológica em curso na empresa orienta-se no sentido do atingimento daquilo que hoje se configura como um paradigma tecnológico-organizacional adotado pelo conjunto da indústria automobilística a nível mundial. Esse paradigma caracteriza-se pela combinação entre a incorporação sistemática de tecnologias de automação com base microeletrônica em todas as esferas do processo produtivo e o emprego de práticas de gestão do processo de produção semelhantes às empregadas pela indústria japonesa. Através desse paradigma, a lógica subjacente ao processo de produção na indústria automobilística tende a modificar-se: a rigidez que anteriormente caracterizou essa indústria tende, agora, a dar lugar à flexibilidade e à maior integração de todas as atividades ligadas à produção.

O estabelecimento do novo paradigma vem ocorrendo em função de uma variedade de fatores de ordem econômica ou mercadológica: supercompetição intra-oligopolística, esgotamento de mercados, crises energéticas etc. As empresas que têm obtido maior rapidez na adoção de tecnologias de automação microeletrônica têm tido um desempenho expressivamente maior em relação aos níveis de produtividade atingidos e à ocupação de parcelas de mercado.

No caso da empresa estudada, a estratégia da mudança tecnológica efetivamente em curso só pode ser compreendida a partir da identificação de três fatores que interferem no ritmo e na forma concreta que assume o processo de mudança: o objetivo (ou necessidade) de adoção do paradigma internacional da indústria, anteriormente referido, a estratégia específica do grupo empresarial ao qual pertence e as condições locais da empresa e de suas instalações no Brasil.

A combinação desses três fatores define a particular forma pela qual a mudança tecnológica vem ocorrendo na empresa. Assim, a empresa tende a incorporar as tecnologias de base microeletrônica porque este é o padrão internacionalmente definido para a indústria; a hipótese de não adoção desse paradigma implicaria sua exclusão dos mercados internos ou externos, tanto de produtos finais quanto de fornecimento de insumos (equipamentos, componentes e peças). Além disso, do ponto-de-vista do grupo empresarial do qual a empresa faz parte, a mudança no sentido do novo paradigma é condição necessária para garantir a integração entre as plantas do grupo, já que todas vem passando por um processo semelhante de mudança, oriundo da matriz e por ela orientado.

Dados os fatores acima, de ordem mais geral, é de se supor que a empresa vá prosseguir no caminho já iniciado. O ritmo da mudança, porém, depende, em boa medida, do comportamento dos mercados atendidos pela empresa (no Brasil ou no exterior) e, por conseqüência, do volume de investimentos que a matriz do grupo estiver, a cada momento, disposta a fazer. Esses investimentos têm sido feitos, em maior ou menor volume, no sentido de modernizar as instalações locais, que se caracterizam por, entre outros aspectos, idade elevada, verticalização acentuada, diversidade de produtos produzidos com tecnologia de pouca flexibilidade, "lay-out" inadequado nas áreas de fabricação para a adoção de nova tecnologia.

Essas características locais apresentam-se como obstáculos para a adoção do paradigma perseguido; o sucesso da estratégia associada aos dois primeiros níveis identificados depende de sua superação, para o que concorrem, fundamentalmente, a capacidade e a disposição de investimento do grupo na modernização das instalações da planta filial e a capacitação local de engenharia para absorver a nova tecnologia e introduzi-la na planta.

A estratégia de mudança tecnológica observada na empresa estudada, vis-a-vis os três níveis acima citados, tem-se caracterizado pela incorporação incremental de inovações tecnológicas que proporcionam automação. Isto se deve a várias razões: primeiro, porque a matriz do grupo não tem se mostrado disposta a realizar um processo mais profundo (ou mais acelerado) de inovação na filial, tendo em vista, provavelmente, o montante de recursos necessários e a instabilidade do mercado brasileiro no período mais recente. Segundo, porque há dificuldades tecnológicas e organizacionais ainda não completamente su-

peradas para adoção da nova tecnologia. Essas dificuldades, existentes mesmo nas plantas mais modernas, mostram-se particularmente problemáticas dadas as características das instalações locais da empresa.

Assim, o atingimento de adequados graus de integração entre as três esferas da produção (fabricação, engenharia e coordenação) não vem se verificando, ainda que seja algo projetado. A maior parte das inovações já implantadas é de automações "intra-atividade". Em alguns pontos do processo, como no caso da armação de carrocerias, encontram-se automações "inter-atividade". Algumas ações vêm sendo implementadas no sentido da automação "inter-esferas", como é o caso do sistema de "sincronização da produção", mas são ainda pouco substantivas.

Cabe ressaltar nesse ponto, que o modelo e a conceitualização propostos por Kaplinsky, empregados nessa análise, mostraram-se de grande valia, permitindo identificar e comparar estágios diferentes no processo de mudança tecnológica em curso dentro de um quadro coerente. É importante, contudo, que a evolução no sentido proposto por Kaplinsky, da automação "intra-atividade" à automação "inter-atividades" e posteriormente à automação "inter-esferas" é algo concreto e visível enquanto estratégia da empresa estudada e da própria indústria automobilística, mas não é necessariamente, generalizável a outros setores ou indústrias.

Os parâmetros que orientam as escolhas tecnológicas na empresa podem ser identificados, em termos estratégicos, como sendo ligados ao aumento da proporção de capital fixo inves-

tido em relação ao capital variável, ao simultâneo aumento da flexibilidade deste novo capital fixo - empregado em máquinas e instalações flexíveis, à integração do processo produtivo como um todo, implicando especialmente a redução do "lead-time" entre a concepção dos produtos e a fabricação em série normal e, por fim, ao aumento da qualidade, tanto dos produtos quanto do processo de fabricação, visando a minimização de retrabalhos. Do ponto de vista da engenharia, estes parâmetros aparecem como uma referência na atividade de projeto e de geração de tecnologia que englobam o aumento da qualidade, a busca de flexibilidade, a melhoria dos fluxos de produção através de padronização, regularidade e repetibilidade, maior precisão nas operações, maior independência em relação à intervenção humana no processo de fabricação e uma constante busca de equiparação com o nível de modernização da matriz e/ou das empresas concorrentes.

Estes parâmetros são, em sua totalidade, decorrentes da necessidade de atendimento tanto da lógica mais geral da indústria automobilística como um todo quanto da lógica do grupo empresarial do qual a empresa faz parte. Na medida em que devem ser considerados levando-se em conta as condições particulares em que opera a empresa, sistematicamente diferentes das condições existentes na matriz, implicam a necessidade de desenvolvimento de uma capacitação local de engenharia que proporcione a materialização da estratégia mais geral na planta específica na qual atua. Para realizar essa tarefa, a engenharia executiva não apenas um trabalho de "tropicalização" da tecnologia originada na matriz, mas também desenvolve soluções tecnológicas particulares, que visam tornar a estratégia tecnológica global factível nas instalações locais.

O processo de trabalho na engenharia ocorre de maneira bastante dependente em relação ao fluxo de informações tecnológicas originadas na matriz. Em menor grau, outras fontes de informação são utilizadas, para dar conta das dificuldades de adoção de soluções oriundas da matriz devido às condições locais da fabricação. Ao mesmo tempo, a engenharia dispõe de um determinado grau de autonomia em relação à tomada de decisões referentes à forma concreta de implementação de determinadas inovações. Essa autonomia, voltada para aspectos estritamente técnicos está, no entanto, limitada pela estratégia mais ampla da escolha tecnológica, que aparece, para os engenheiros, como algo muitas vezes não explícito, a ser atingido ainda que não tenha sido claramente colocado pelos níveis hierarquicamente superiores.

O trabalho na esfera da engenharia, além de não ter sido, até o momento da pesquisa, objeto de incorporação substantiva de inovações (como CAD), caracteriza-se por ser realizado de maneira não completamente formalizada. Tomando por base o modelo proposto por Almeida (1981), pode-se afirmar que a engenharia local da empresa "gera tecnologia", já que elabora especificações a respeito de como produzir segundo uma dada escolha tecnológica (feita pela direção da empresa) e em condições específicas. A abrangência da atividade de engenharia fica, assim, delimitada tanto pelas restrições impostas pelos níveis decisórios superiores da empresa (locais e na matriz) quanto pelas instalações de que dispõe. Por outro lado, a absorção, por parte da engenharia, de novos conhecimentos, métodos e processos tem se cristalizado muito mais como experiência pessoal ou grupal vivida pelos responsáveis pela introdução de mudanças tecnológicas do que sob a forma de uma documentação que configure um acervo tecnológico. O processo de projeto dessas

mudanças acaba tendo como corolário a consolidação de um referencial comum a toda a engenharia (da empresa estudada e da matriz do grupo), obtido a partir de contatos informais e de constantes viagens de engenheiros para a matriz. Isso parece justificar a existência de significativa quantidade de engenheiros com grande tempo de trabalho na empresa..

Tanto o caráter relativamente pouco formal da atividade de engenharia quanto a forma específica assumida pelo fluxo de decisões na empresa indicam que o processo de mudança tecnológica tem uma dimensão não apenas técnica mas também social; passa a depender, também, da consolidação de algo que se assemelha a uma "cultura organizacional", entendida como um conjunto de valores, normas e procedimentos não explícitos que configuram uma determinada postura da engenharia frente à empresa e à mudança tecnológica em curso, no sentido de algo que pode ser entendido como uma certa propensão à "modernização"..

O processo de mudança tecnológica em curso faz supor que essas características do trabalho de engenharia venham a se acentuar: as novas tecnologias por um lado requerem cada vez maior formalização de procedimentos e maior capacitação da engenharia, enquanto que o trabalho de engenharia na empresa tende a continuar dependendo da disponibilidade de uma mão-de-obra cuja formação seja compatível com requisitos não apenas técnicos mas também "culturais" da organização.

Para finalizar, cabe assinalar que os resultados a que chegamos neste trabalho, obtidos a partir do estudo de uma única empresa, não podem, em princípio, ser generalizados para

o comportamento de empresas em geral ou mesmo de empresas do mesmo setor, instaladas no Brasil e que vêm passando por processos semelhantes ao que descrevemos. No entanto, na medida em que a metodologia empregada mostrou-se adequada para os objetivos da análise e que as conclusões a que chegamos apontam para um quadro em princípio coerente, estas podem ser tomadas como hipóteses de trabalho para a realização de estudos semelhantes em outras empresas.

BIBLIOGRAFIA

- ABERNATHY, W. J. The productivity dilemma. Baltimore and London, John Hopkins University, 1978.
- ABERNATHY, W. J.; CLARK, K. B.; KANTROW, A. M. The new industrial competition. Harvard Business Review, 59(5):68-81, sept./oct. 1981.
- ABERNATHY, W. J. et alii. Industrial renaissance. New York, Basic Books, 1983.
- AHUJA, S. M. et alii. Some key issues on automation in the automobile industry. In: MICROELECTRONICS, automation and industrialisation. Brighton, s.ed., 1985. (Study Seminar, 117) cap.3- Quality, Organisation and Automation. mimeo.
- ALMEIDA, Henrique S. Um estudo do vínculo tecnológico entre pesquisa, engenharia, fabricação e consumo. São Paulo, 1981. (Tese dout. EPUSP).
- ALTSHULER, A. et alii. The future of the automobile. London, Unwin Paperbacks, 1985.
- ANQUETIL, D. Automatisation et organization du travail dans l'automobile. Critiques de l'Economie Politique, 27(22):63-83, jan./mars. 1983.
- APPLETON, Daniel S. The state of CIM. Datamation, 30(21):66-72, dec. 1984.
- ARGOTE, L. & GOODMAN, P. S. The organizational implications of robotics. In: DAVIS, Donald D. et alii. Managing technological innovation; organizational strategies for implementing advanced manufacturing technologies. San Francisco, Ca., Jossey-Bass, 1986. (The Jossey-Bass Management Series). p.127-153.
- ARMSTRONG, L. Toyota's fast lane; it wants to overtake GM - and building its cars in the U.S. is a first step. Business Week, (2919):40-46, nov. 1985.
- ARTHUR ANDERSEN & CO. Computer integrated manufacturing bringing the future to your factory. s.l., 1985.

- ASIMOW, M. Introdução ao projeto de engenharia. São Paulo, Mestre Jou, 1968.
- AUTOLATINA une técnicas para racionalizar a produção. Folha de S. Paulo, São Paulo, 21 dez. 1986.
- BARANSON, J. Tecnologia e as multinacionais. Rio de Janeiro, Zahar, 1980.
- BJÖRJMAN, T. et alii. Work relations, capital accumulation and technological change. Uppsala, Sweden, University of Uppsala, 1981. 11p. Texto apres. na Mesa Redonda "Socialism, Science, Technology, and Development Strategies", Uppsala, Sweden, 21-26 sept. 1981.
- BURCK, C. G. Can Detroit catch up? In: WORKING smarter. s.l., Penguin Books, Fortune, 1984. p.92-105.
- CARANO, L. et alii. Tecnologia de automação na Volkswagem do Brasil S.A. In: CONGRESSO NACIONAL DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2, São Paulo, 25-29 nov. 1985. Anais. São Paulo, SOBRACON, 1985. s.p.
- CARVALHO, R. Q. Automação e trabalho: as implicações sociais da tecnologia microeletrônica na indústria automobilística brasileira. Campinas, S.P., 1986. (Tese mestrado. UNICAMP).
- CORIAT, B. L'atelier et le chronomètre. Paris, Christian Bourgois Editeur, 1979.
- _____. La robotique. Paris, La Découverte, Maspero, 1983.
- DANIELLOU; F. L'impact des technologies nouvelles sur le travail en postes dans l'industrie automobile. Paris, Conservatoire National des Arts et Métiers, 1982.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. Research Policy, 2:147-162, 1982.
- ETTLIE, J. Implementing manufacturing technologies; lessons from experience. In: DAVIS, Donald D. et alii. Managing technological innovation; organizational strategies for implementing advanced manufacturing technologies. San Francisco, Ca., Jossey-Bass, 1986. (The Jossey-Bass Management Series). p.72-104.

- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo dicionário da Língua Portuguesa. 2.ed.rev.aum. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986.
- FERRO, J. R. Subordinação e dependência; mudança tecnológica e mercado em pequenas e médias empresas do ramo de autopeças. São Paulo, 1984. (Tese mestrado FGV-SP).
- FLEURY, Afonso C. C. A questão da tecnologia e a organização da engenharia na empresa industrial brasileira. São Paulo, 1983. (Tese Livre-Docente EPUSP).
- _____. The technological behaviour of state-owned enterprises in Brazil. Geneva, International Labour Organisation, 1985. (World Employment Programme Research: Working Paper).
- FORD, H. Os princípios da prosperidade. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1967.
- FREEMAN, C. The economics of industrial innovation. Middlesex, Penguin Books, 1974.
- GERWIN, D. & TARONDEAU, J. C. La flexibilité dans les processus de production; le cas de l'automobile. Revue Française de Gestion, (46):37-46, jun./août. 1984.
- GROOVER, M. P. Automation, production systems and computer-aided manufacturing. New Jersey, Prentice-Hall, 1980.
- GROOVER, M. P. & WIGINTON, J. C. CIM and the flexible automated factory of the future. Industrial Engineering, 18(1):75-85, jan. 1986.
- GRÜN, Roberto. A produção de uma empresa moderna; os bancários e a automação. São Paulo, 1985. (Tese mestrado PUC-SP).
- GUIMARÃES, E. A. Acumulação e crescimento da firma - um estudo de organização industrial (apêndice: a dinâmica de crescimento da indústria de automóveis no Brasil: 1957-78). Rio de Janeiro, Zahar, 1982.

HUTCHINS, D. Having a hard time with just-in-time. Fortune, (11/12):56-58, june 1986.

INTERNATIONAL WARD'S AUTOMOTIVE. Inter-relationships between the world's major automotive companies. s.n.t. mimeo.

JOHNSON, D. et alii. Managing technology in the workplace; a challenge for industrial engineers. Industrial Engineering, 18(2):14-25, feb. 1986.

JONES, D. T. & WOMACK, J. P. Developing countries and the future of the automobile industry. World Development, 13(3):393-407, 1985.

KAPLINSKY, Raphael. Automation: the technology and society. London, Longman, 1984.

_____. Electronics-based automation technologies and the onset of systemofacture: implications for Third World industrialization. World Development, 13(3):423-439, 1985.

LAWRENCE, P. R. & DYER, D. Renewing american industry (organizing for efficiency and innovation). New York, The Free Press, 1983.

LE QUEMÉNT, J. Les robots; enjeux économiques et sociaux. Paris, Documentation Française, 1981.

LE TELLIER, H. La CAO dans l'automobile. La Recherche, 17(173):128-138, jan. 1986.

LE VEN, M. & NEVES, M. A. A crise da industria automobilística; automação e classe trabalhadora na FIAT. Ciências Sociais Hoje, 1985; Anuário de Antropologia, Política e Sociologia, 85:113-154, 1985. Edição profissional do conjunto de trabalhos "laureados", apresentados no ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS, Águas de São Pedro, São Paulo, 23-26 out. 1984.

LIMA, R. S. R. Gestão tecnológica e avanço da microeletrônica; suas implicações na qualificação profissional. s.l., s.ed., 1984. mimeo.

- MENDES, M. J. Conceitos, métodos, componentes e sistemas em automação industrial (controle de processos e de produção). s.l., CONSAI - Consultores Associados em Automação Industrial, 1986.
- MICHALET, Charles A. O capitalismo mundial. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1984.
- _____. The international transfer of technology and the multinational enterprise. Development and Change, 7:157-174, 1976.
- _____. The transfer of technology by multinational firms and the absorptive capacity of developing countries. Paris, OECD, s.d. mimeo.
- MITCHELL, Russell. High tech to the rescue; more than ever, industry is pinning its hopes on factory automation. Business Week, (2950):84-88, june 1986.
- AS MONTADORAS. Gazeta Mercantil, São Paulo, 25 abr. 1985. Suplemento.
- MOTTA, F. C. P. Organização, automação e alienação. Revista de Administração de Empresas, Rio de Janeiro, 24(3):67-69, jul./set. 1984.
- NOBLE, D. F. Forces of production; a social history of industrial automation. New York, Alfred A. Knopf, 1984.
- ORTSMAN, O. Mise en oeuvre des nouvelles technologies: leçons suédoises. Revue Française de Gestion, (55):7-11, jan./fev. 1986.
- PAGÉS, M. et alii. L'emprise de l'organisation. Paris, PUF., 1979.
- PELIANO, J. C. et alii. Impactos econômicos e sociais da tecnologia microeletrônica na indústria brasileira - estudo de caso na montadora "A" de automóveis. Brasília, IPEA/IPLAN/CNRH, 1985.
- _____. Impactos econômicos e sociais da tecnologia microeletrônica na indústria brasileira - estudo de caso na montadora "B" de automóveis. Brasília, IPEA/IPLAN/CNRH, 1986.

PERROW, C. The organizational context of human factors engineering. Administrative Science Quarterly, 28:521-541, dec. 1983.

PERSPECTIVES a long terme de l'industrie automobile mondiale. Paris, OCDE, 1983.

PIEMONTE, L. A. Fabricação assistida por computador. In: SEMINÁRIO DE COMANDO NUMÉRICO NO BRASIL, 5 & JORNADA DE AUTOMATIZAÇÃO INDUSTRIAL, 1. São Paulo, 1985. Anais. São Paulo, SOBRACON, 1985. Item 11.1-11.43.

RANDHAWA, S. V. & BEDWORTH, D. D. Factors identified for use in comparing conventional & flexible manufacturing systems. Industrial Engineering, 17(6):40-44, june 1985.

RATTNER, H. Política industrial no Japão; tendências e perspectivas. s.l., s.ed., 1986.

RIBEIRO, Ana L. Cresce a automação na funilaria e pintura. Dados e Idéias, 10(90):68-70, nov. 1985.

RIBEIRO, José M. B. O veículo mundial e a engenharia nacional. Engenharia, (448):16-22, 1984.

SABATO, J. & MCKENZIE, M. Tecnologia e estrutura produtiva. São Paulo, IPT, 1981. (Publicações IPT, 10).

SALERNO, Mario Sergio. Produção, trabalho e participação; CCQ e Kamban numa nova imigração japonesa. Rio de Janeiro, 1985. (Tese mestrado COPPE, UFRJ)

SCHONBERGER, R. Técnicas industriais japonesas. São Paulo, Pioneira, 1983.

SCHUMPETER, J. A. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo, Abril Cultural, 1982.

SHAIKEN, H. Work transformed-automation and labor in the computer age. New York, Holt, Reinhart and Winston, 1984.

- SIMÕES, M. A. S. Utilização de robôs industriais. In: CONGRESSO NACIONAL DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2, São Paulo, 25-29 nov.1985. Anais. São Paulo, SOBRACON, 1985. 7p.
- TAUILLE, J. R. Microeletrônica e automação; a nova fase da indústria brasileira. Revista de Economia Política, São Paulo, 6(3): 69-81, jul./set. 1986.
- _____. Robótica; reflexões sobre um novo limiar. Revista Brasileira de Tecnologia, Brasília, 16(5):5-18, set./out. 1985.
- TAUILLE, J. R. et alii. Automação e competitividade; uma avaliação das tendências no Brasil. s.l., s.ed., 1986. mimeo.
- TAYLOR, J. C.: GUSTAVSON, P. W.: CARTER, W. S. Integrating the social and technical systems of organizations. In: DAVIS, Donald D. et alii. Managing technological innovation; organizational strategies for implementing advanced manufacturing technologies. San Francisco, Ca., Jossey-Bass, 1986. (The Jossey-Bass Management Series). p.154-186.
- TOLEDO, José C. Qualidade e controle da qualidade industrial; conceitos, determinantes e abordagens. Rio de Janeiro, 1986. (Tese mestrado COPPE-UFRJ).
- UNITED NATIONS CENTRE ON TRANSNATIONAL CORPORATIONS, New York. Transnational corporations in the international auto-industry. New York, 1983.
- VW na era da informática. Gazeta Mercantil, São Paulo, 23 abr.1986. p.1 e p.12.
- WEBER, M. Economia y sociedad. México, Fondo de Cultura Economica, 1974.
- WOODWARD, J. Organização industrial; teoria e prática. São Paulo, Atlas, 1977.
- ZILBOVICIUS, M. Tecnologia e trabalho; hipóteses a respeito da automação na indústria de produção em série. s.l., s.ed., 1984. mimeo.

ZILBOVICIUS, M. et alii. Novas estratégias empresariais e novas respostas operárias; a operação "Vaca Brava". Cadernos DEP- Departamento de Engenharia de Produção da UFSCAR, São Carlos, 2(6):1-54, nov. 1986.