

HON
331:62.001.76(21)
K 86.
TES/mem

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E ORGANIZACIONAIS: UM ESTUDO DE
CASO DOS IMPACTOS SOBRE O TRABALHO, A PRODUTIVIDADE E OS
CUSTOS DE PRODUÇÃO**

Marcos Henrique Koshaka

**Dissertação apresentada ao Instituto de
Economia da Universidade Federal de
Uberlândia como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Desenvolvimento Econômico.**

Orientador: Professor Doutor Germano Mendes de Paula

Uberlândia/MG

Abril/2002

SISBI/UFU

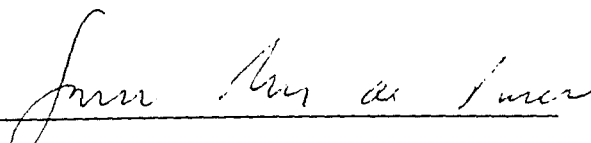


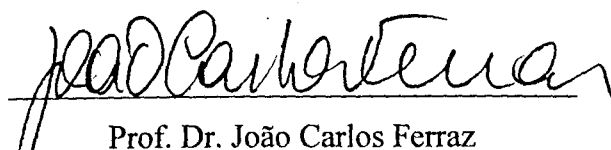
1000205262

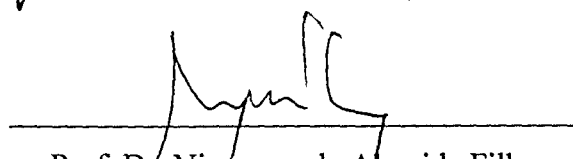
Inovações Tecnológicas e Organizacionais: um Estudo de Caso dos Impactos Sobre o Trabalho, a Produtividade e os Custos de Produção

Marcos Henrique Koshaka

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos professores:


Prof. Dr. Germano Mendes de Paula


Prof. Dr. João Carlos Ferraz


Prof. Dr. Niemeyer de Almeida Filho

Uberlândia

27 de Maio de 2002

DEDICATÓRIA

À minha mãe, por todo o seu esforço e dedicação, durante o período em que esteve entre nós, para nos criar e educar com tanto amor, expresso de sua maneira tão singular, ensinando-nos que todo sacrifício vale a pena para se conseguir as coisas que julgamos importante para nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por me dar a força espiritual necessária para superar os obstáculos dessa caminhada. Para Deus não há tempo. Um momento é a eternidade, e a eternidade não é senão um momento.

Ao meu orientador, Germano Mendes de Paula, por ter dado todo o apoio que precisei não só no período da dissertação, mas antes mesmo do meu ingresso no mestrado, auxiliando-me na elaboração do Pré-projeto. Suas orientações foram sempre objetivas, sinceras e precisas.

Aos professores e alunos do mestrado pela convivência, amizade e a oportunidade de podermos dividir conhecimentos originários de formações acadêmicas diferentes. Com eles aprendi a valorizar mais ainda a ciência econômica.

Ao coordenador do Programa de Pós Graduação do IE/UFU, Niemeyer de Almeida Filho, por sua dedicação à função de coordenador e a atenção dispensada aos alunos.

Às minhas amigas da secretaria, Vaine e Rejane, por serem tão atenciosas e competentes no que fazem, e à forma carinhosa com que tratam os alunos do mestrado.

Aos meus filhos Vitor e Thais, pela alegria de viver e por estarem constantemente me ensinando o quanto é bom compartilhar a felicidade.

Ao amor e paciência de minha esposa Ivônica, por estar sempre ao meu lado, me ajudando a superar minhas dificuldades. Sem ela meus sonhos não seriam tão ousados.

RESUMO

O rápido avanço do processo de difusão das inovações tem provocado profundas mudanças na esfera da produção. No entanto, não há um consenso geral, e ainda é muito vasto o terreno para discussão sobre quais são, exatamente, os impactos causados por essas inovações, seja para a competitividade entre as empresas e para o trabalhador.

Esta dissertação tem como objetivo principal analisar os impactos das inovações tecnológicas e inovações organizacionais no nível da firma, observadas no chão de fábrica de uma planta de processo de fluxo contínuo, do início dos anos 1990 até a época atual, no que tange à evolução da produtividade, redução dos custos variáveis e mudanças nos requerimentos da qualificação da mão-de-obra. Trata-se de um estudo de caso de uma empresa multinacional, líder do mercado brasileiro em seu segmento, produtora de bens de consumo não duráveis.

A estrutura desta dissertação contempla três capítulos. O Capítulo 1 é constituído por um exame das questões mais relevantes referentes à adoção das inovações tecnológicas, sua geração e seu processo de difusão, e, ainda, as propriedades e regularidades do progresso técnico, foco da chamada abordagem neo-schumpeteriana. A revisão bibliográfica desse capítulo visa proporcionar um arcabouço teórico para o estudo de caso proposto nesta dissertação, conduzindo a uma compreensão das questões mais relevantes referentes à adoção das inovações tecnológicas. O Capítulo 2 trata da discussão e análise das características e tendências do processo de reestruturação produtiva e seus efeitos sobre a organização produtiva, a partir dos anos 1980, examinando seus impactos sobre a disseminação de novas formas de organização da produção e dos novos perfis de qualificação. O último capítulo, o qual diz respeito ao objeto principal desta dissertação, coloca em discussão as mudanças adotadas pela empresa do estudo de caso após a introdução das inovações tecnológicas, e busca uma avaliação quantitativa e qualitativa dos impactos das inovações tecnológicas e inovações organizacionais adotadas, no que tange à evolução da produtividade e da redução dos custos variáveis, e ao novo perfil de qualificação requerido da mão-de-obra.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 – A ABORDAGEM NEO-SCHUMPETERIANA	4
1.1 A ORIGEM DA ABORDAGEM: SCHUMPETER	7
1.2 A DICOTOMIA DEMAND-PULL X TECHNOLOGY-PUSH	16
1.3 A ABORDAGEM NEO-SCHUMPETERIANA	20
1.4 UMA TAXONOMIA DAS INOVAÇÕES	31
1.5 GERAÇÃO E DIFUSÃO DO PROGRESSO TÉCNICO	39
CAPÍTULO 2 – INOVAÇÕES E ADEQUAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO E DOS PERFIS OCUPACIONAIS AOS REQUERIMENTOS DA PRODUÇÃO	48
2.1 A TRAJETÓRIA DO TAYLORISMO AO TOYOTISMO	50
2.2 O DEBATE DA TRANSFERIBILIDADE DO MODELO JAPONÊS	59
2.3 AS TESES SOBRE A QUALIFICAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA	66
2.4 REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA E OS NOVOS REQUERIMENTOS DA QUALIFICAÇÃO	71
2.5 FLEXIBILIDADE E INTEGRAÇÃO: CONCEITOS E DIMENSÕES	84
CAPÍTULO 3 – OS IMPACTOS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E ORGANIZACIONAIS SOBRE O PERFIL DA MÃO-DE-OBRA OCUPADA, A PRODUTIVIDADE E OS CUSTOS DE PRODUÇÃO	95
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR E DA EMPRESA PESQUISADA	97
3.2 RENOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO DSM	103
3.3 INOVAÇÕES ORGANIZACIONAIS NO DSM	110
3.4 IMPACTOS NA QUALIFICAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA	114
3.5 IMPACTOS COMPETITIVOS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E ORGANIZACIONAIS ...	142
CONCLUSÕES FINAIS	157
BIBLIOGRAFIA	166
APÊNDICE	178

LISTAS

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Adoção de Técnicas de Gestão Japonesas	64
Tabela 2.2 – Modalidades componentes do programa de qualificação. Região Metropolitana de Fortaleza, julho a setembro de 1996	79
Tabela 2.3 – Promoção de cursos/treinamentos para mão-de-obra operacional na indústria paulista (em %)	81
Tabela 2.4 – Áreas de Conhecimento Relevantes para Automação Industrial e Novas Técnicas Organizacionais	82
Tabela 2.5 – Atributos Relevantes para Automação Industrial e Novas Técnicas Organizacionais	83
Tabela 3.1 – Evolução da produção dos principais países produtores (bilhões de unidades)	98
Tabela 3.2 – Velocidades dos equipamentos do DSM (unidades por minuto)	106
Tabela 3.3 – Relação volume produzido por operador para os vários tipos de <i>layouts</i>	109
Tabela 3.4 – Análise das causas das perdas de produção (%) por tipo de <i>layout</i> do DSM	127
Tabela 3.5 – Nova relação volume produzido/operador em função de terceirização de atividades	131
Tabela 3.6 – Crescimento volume produzido/operador em função de terceirizações de atividades secundárias	152

Lista de Quadros

Quadro 1.1 – Principais características das sucessivas ondas longas	15
Quadro 1.2 – Trajetórias tecnológicas setoriais: determinantes, direções e características avaliadas	42
Quadro 1.3 – Taxonomia de Pavitt x características das inovações	45
Quadro 2.1 – Comparativo entre os atributos do fordismo e do toyotismo	73

Quadro 2.2 – Evolução das estratégias de competição baseadas na manufatura	87
Quadro 2.3 – Características Técnicas e Organizacionais dos Sistemas de Produção	88
Quadro 2.4 – Tempo efetivo de operação de máquina-ferramenta, considerando o tempo de ciclo	91
Quadro 2.5 – Taxa de utilização efetivamente produtiva, considerada no período de um ano	91
Quadro 3.1 – Perfil ocupacional do cargo Operador TPM	125
Quadro 3.2 – Etapas do processo de seleção para Operador TPM	125
Quadro 3.3 – Programa do treinamento para trabalho em equipe	135
Quadro 3.4 – Responsabilidades dos participantes dos Grupos de Melhoria Contínua	141
Quadro 3.5 – Cronograma de implantação das inovações modernizantes no DSM	142
Quadro 3.6 – Atividades terceirizadas pela planta pesquisada	151
Quadro I – Objetivos do TPM	181

Lista de Gráficos

Gráfico 3.1 – Evolução da produção brasileira (bilhões de unidades)	99
Gráfico 3.2 – Produção anual da planta pesquisada (bilhões de unidades)	100
Gráfico 3.3 – Número de cursos/treinamentos realizados na planta pesquisada	116
Gráfico 3.4 – Número total de empregados treinados	116
Gráfico 3.5 – Investimentos em treinamentos (US\$ mil)	117
Gráfico 3.6 – Volume produzido/operador por tipo de módulo	132
Gráfico 3.7 – Evolução do tempo de troca de <i>set up</i> para a elaboradora M-1	145
Gráfico 3.8 – Evolução do tempo de troca de <i>set up</i> para a elaboradora M-2	145
Gráfico 3.9 – Evolução do tempo de troca de <i>set up</i> para a elaboradora M-3	145
Gráfico 3.10 – Evolução da mão-de-obra do DSM, 1997-2001	154
Gráfico 3.11 – Evolução da produtividade parcial do trabalho, 1996-2001	156
Gráfico 3.12 – Evolução do custo por mil unidades produzidas, 1996-2001	156

Lista de Figuras

Figura 3.1 – Visão Geral do Processo da Planta	101
Figura 3.2 – <i>Layout</i> do módulo 2 M-1 / 2 P-1 com distribuição de operadores	104
Figura 3.3 – <i>Layouts</i> dos novos equipamentos	107
Figura 3.4 – <i>Layouts</i> dos módulos após terceirização das atividades de recuperação e seleção de produtos rejeitados	129

Lista de Abreviações/Siglas

CCQ – Círculo de Controle de Qualidade
CEP – Controle Estatístico de Processo
CLP – Controle Lógico Programável
DPM – Departamento Primário de Manufatura
DSM – Departamento Secundário de manufatura
JIPM – <i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
JIT – <i>Just in Time</i>
OCDE – Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico
PDCA – <i>Plan, Do, Check, Action</i> (Planejar, Executar, Verificar, Corrigir)
P & D – Pesquisa e Desenvolvimento
PIAM – Pesquisa Industrial por Amostragem
Q & P – Qualidade e Produtividade
5S – <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke</i>
SENAI – Serviço Nacional da Indústria
SPRU – <i>Science Policy Research Unit</i>
TPM – <i>Total Productive Maintenance</i>
TQC – <i>Total Quality Control</i>

INTRODUÇÃO

É, hoje, amplamente reconhecido o fato de que o rápido avanço do processo de difusão das inovações tem provocado profundas mudanças na esfera da produção. No entanto, não há um consenso geral, e ainda é muito vasto o terreno para discussão sobre quais são, exatamente, os impactos causados por essas inovações, seja para a competitividade entre as empresas e para o trabalhador. A constatação de que o processo de difusão de inovações é influenciado por variáveis sociais e institucionais, específicas de cada contexto, como também o ramo de atividade industrial e/ou negócio, além do conjunto de particularidades que o cercam, dificulta o estabelecimento de generalizações, previsões e tendências.

O novo paradigma, fruto da combinação de inovações tecnológicas e organizacionais, superou alguns paradigmas clássicos da Organização do Trabalho, baseados no taylorismo e no fordismo. Esse paradigma vem ao encontro do objetivo atual das empresas, de foco na qualidade de seus produtos, além da quantidade e volumes ao menor custo possível e, no sentido de que ganhar mercado, supõe uma capacidade de adaptar-se rapidamente a um tipo particular de produto, obedecendo a normas e especificações cambiantes, em um mercado globalizado.

Esta dissertação tem como objetivo principal analisar os impactos das inovações tecnológicas e inovações organizacionais, no que tange à evolução da produtividade, redução dos custos variáveis e mudanças nos requerimentos da qualificação da mão-de-obra, num contexto de intensas transformações tecnológicas e organizacionais. Trata-se de um estudo de caso de uma empresa multinacional de processo de fluxo contínuo, líder do mercado brasileiro, produtora de bens de consumo não duráveis. A empresa do estudo de caso, pelo fato de pertencer a um grupo multinacional, posicionado entre os cinco maiores produtores mundiais, e pelo seu *market share* no mercado brasileiro de acima de 60%, representa o retrato da tendência seguida por essa indústria, não apenas no Brasil, mas em nível mundial, em resposta à busca constante por aumentos de produtividade e reduções de custos, impostos como questões cruciais para a sobrevivência atual das empresas.

A escolha da empresa do estudo de caso a ser desenvolvimento nesta dissertação pode ser atribuída à dois fatores. Em primeiro lugar, as recentes transformações em ritmo

acelerado, pelas quais têm passado a indústria brasileira, requerem um campo bastante vasto de análise, e a adoção de inovações tecnológicas e organizacionais constitui-se em objeto de profundo e complexo estudo. Considerando a significativa representatividade da empresa pesquisada no cenário da economia nacional, este estudo de caso procura exemplificar a aplicabilidade das diversas teorias presentes na literatura sobre o tema, de acordo com as particularidades e características específicas da indústria a qual pertence.

Segundo, as profundas mudanças que ocorrem na forma de produzir afetam diretamente os atributos e os requisitos da qualificação, exigindo a adequação da organização do trabalho e dos perfis ocupacionais aos requerimentos da produção. Portanto, torna-se relevante a análise dessas transformações e suas conseqüências, na esfera do processo de trabalho, evidenciando que o impacto das novas tecnologias na maior capacitação do trabalhador não é determinado apenas pela própria tecnologia em si, mas também por objetivos estratégicos e decisões gerenciais sobre como é ela usada. O estudo de caso apresentado exemplifica muito bem este último aspecto.

O Capítulo 1 desta dissertação é constituído por um exame das questões mais relevantes referentes à adoção das inovações tecnológicas, sua geração e seu processo de difusão, foco da chamada abordagem neo-schumpeteriana. A seção 1.1 ocupa-se da análise da posição do processo de mudança estrutural no núcleo da dinâmica capitalista e sua identificação básica com as inovações, segundo a contribuição teórica de Schumpeter. A seção 1.2 é reservada à discussão da dicotomia *demand-pull/ technology-push*, que se constitui em uma primeira tentativa de definir os elementos comuns entre o amplo conjunto de invenções e/ou inovações. A seção 1.3 é a principal desse capítulo e dedica-se à discussão das características e propriedades centrais da tecnológica e do aprendizado, segundo a visão dos neo-schumpeterianos. A seção 1.4 aborda uma das taxonomias para as inovações, entre as várias existentes, proposta por FREEMAN & PEREZ (1986, 1990). E, finalmente, a última seção é reservada para a discussão da taxonomia proposta por PAVITT (1984), baseada nas diferenças inter-setoriais e intertemporais no potencial inovativo das atividades econômicas.

O Capítulo 2 trata da discussão das características e tendências do processo de reestruturação produtiva e seus efeitos sobre a organização produtiva e a qualificação da mão-de-obra, dividindo-se em cinco partes. A seção 2.1 procura apreender a essência e os princípios do taylorismo, fordismo e toyotismo, relegando para um segundo plano a sua

variedade e técnicas e métodos. A seção 2.2 expõe as principais questões do debate da transferibilidade do modelo japonês para as empresas brasileiras, com seus métodos pouco convencionais de gestão da produção, debatendo as dificuldades centrais envolvidas na adoção desse modelo. As principais linhas de interpretação dos impactos das inovações tecnológicas sobre o nível de qualificação profissional são expostas na seção 2.3, mediante uma revisão da literatura sobre os efeitos da automação de base microeletrônica. Finalmente, a seção 2.4 procura analisar a evolução recente das novas práticas produtivas adotadas pelas empresas, associando-as às transformações necessárias da qualificação profissional. O foco desta seção é fazer uma revisão bibliográfica sobre a maneira como muitos autores vêem os impactos da reestruturação produtiva sobre a organização da produção e do processo de trabalho, em razão das profundas mudanças ocorridas na forma de produzir. Finalmente, a última seção concentra-se na discussão dos conceitos e dimensões da flexibilidade e integração no âmbito da indústria, as duas características mais marcantes da nova engenharia produtiva (CORIAT, 1988).

O terceiro capítulo coloca em discussão as mudanças adotadas pela empresa do estudo de caso após a introdução das inovações tecnológicas, a partir dos anos 1990, numa tentativa de avaliá-las sob o fundamentos teóricos dos Capítulos 1 e 2. A primeira seção destina-se a contextualizar o cenário no qual o ramo de atividade da empresa está inserido, apresentar o perfil da empresa e dar uma visão geral do seu processo produtivo. Por se utilizar de dados internos à empresa, o seu nome e sua atividade são mantidos sob sigilo. Na seção 3.2 discutem-se os aspectos tecnológicos concernentes ao processo mudança do padrão tecnológico e suas conseqüências para o quadro de mão-de-obra e produtividade. As seções 3.3 e 3.4 tratam das mudanças organizacionais adotadas e seus impactos nos requisitos da qualificação da mão-de-obra. E, finalmente, a seção 3.5 reserva-se à análise e avaliação dos impactos decorrentes das inovações modernizantes implementadas, em termos da dimensão da flexibilidade de seu *mix* de produtos, e da evolução da produtividade e dos custos decorrentes dessas mudanças.

CAPÍTULO 1

A ABORDAGEM NEO-SCHUMPETERIANA

Como mencionado na introdução, o objeto desta dissertação é a análise das mudanças tecnológicas e organizacionais no nível da firma, observadas no chão de fábrica de uma planta de processo de fluxo contínuo, do início dos anos 1990 até a época atual. Tendo em vista a posição marginal que as inovações ocupam na teoria neoclássica, não recebendo a devida ênfase e atenção, buscou-se a linha de pensamento heterodoxa da chamada abordagem neo-schumpeteriana. Para o objeto de pesquisa tratado, o enfoque neo-schumpeteriano é relevante por proporcionar a abrangência da discussão dos aspectos do processo inovativo, considerando o ambiente de incerteza em que se inserem as firmas e o mercado e seus impactos sobre as decisões estratégicas empresariais.

Esta revisão bibliográfica visa, desta forma, proporcionar um arcabouço teórico para o estudo de caso proposto nesta dissertação, conduzindo a uma compreensão das questões mais relevantes referentes à adoção das inovações tecnológicas, sua geração e seu processo de difusão, e, ainda, identificando as propriedades e regularidades do progresso técnico. Essa abordagem foi resgatada por trazer à tona, em seu contexto, o aspecto dinâmico de processo de inovações tecnológicas e com ele, as rápidas mudanças decorrentes da difusão dessas novas tecnologias e dos complexos processos de aprendizado tecnológico envolvidos.

As empresas procuram utilizar as fontes de competitividade, articulando eficiência administrativa e tecnológica, a fim de adquirirem vantagens sobre os seus concorrentes. Assim, a perspectiva neo-schumpeteriana preocupa-se, em síntese, em explicar a relação entre o comportamento inovador, o mercado e as instituições, incorporando, em sua análise, o aspecto dinâmico que permeia essas relações. Ela tem como objeto de estudo a revolução tecnológica baseada na dinâmica de geração e difusão de inovações, determinando a superação de paradigmas tecnológicos e gerando assimetrias entre as firmas. Estas, por sua vez, por operar em um ambiente caracterizado pela incerteza, procuram adotar um comportamento racional, capaz de levá-las a inovações que possam

ser economicamente exploradas. É, portanto, a abordagem da mudança tecnológica como centro da mudança econômica, sendo esta desenhada com base na farta evidência empírica das fontes, procedimentos e efeitos microeconômicos inerentes à mudança tecnológica.

É importante frisar que esta revisão bibliográfica não tem a pretensão de esgotar todos os temas tratados na abordagem neo-schumpeteriana, embora os elementos de maior relevância para este estudo de caso tenham sido expostos para contextualizar a discussão envolvida nesta dissertação, identificando-se aqueles que pudessem nortear e auxiliar a análise da empresa objeto deste estudo de caso.

Neste capítulo são exploradas as relações existentes entre inovação e os efeitos de sua difusão, tomando como início as idéias de SCHUMPETER (1939, 1984, 1988). No seu contexto, são discutidas as características centrais da tecnologia e do aprendizado, apresentadas segundo a visão dos neo-schumpeterianos.

O capitalismo constitui-se para Schumpeter, por natureza, um método de transformação econômica, o que significa que a dinâmica capitalista tem origem em fatores internos ao próprio sistema econômico, não se constituindo somente em uma adaptação a perturbações de natureza exógena. Como força motriz básica, a competição, que movimenta as engrenagens, no interior da empresa, formulando suas respectivas estratégias competitivas, é, portanto, um elemento crucial da abordagem schumpeteriana (POSSAS, FAGUNDES & PONDÉ, 1996).

A noção de concorrência é associada diretamente à idéia de inovação que, segundo as próprias palavras de SCHUMPETER, é a base do progresso econômico numa economia capitalista. Para esse autor, esta característica essencial do sistema é explicada pelo resultado gerado pela inovação, que é, ao mesmo tempo, sua motivação básica: a apropriação de lucros extraordinários. Nesse sentido, reafirma-se uma característica intrínseca ao sistema capitalista, qual seja, a acumulação e valorização do capital, associando esse processo à geração de assimetrias entre os agentes econômicos. Assimetrias que constituem a própria razão de ser da atividade empresarial: a busca pela apropriação de vantagens absolutas de preço e/ou qualidade, que permitem a incorporação de novos espaços ao mercado corrente da empresa e/ou o incremento de sua lucratividade.

Entre os méritos positivos do trabalho de Schumpeter, de acordo com FREEMAN (1990), está a sua consistente ênfase na inovação como a fonte principal do dinamismo do desenvolvimento capitalista, seu senso de perspectiva histórica, seu reconhecimento da

importância da distinção conceitual entre invenção, inovação e difusão de inovações, e seu reconhecimento da vital importância dos *links* entre inovações organizacionais, gerenciais, sociais e tecnológicas. A apropriação de lucros extraordinários – passíveis de obtenção na presença de imperfeições de mercado – é, assim, o objetivo último da atividade econômica capitalista e ancora-se, em última instância, na capacidade inovativa dos agentes econômicos.

A lógica e os efeitos dinâmicos da introdução de inovações são extremamente complexos –, até porque envolvem aspectos em grande medida extra-econômicos (científicos e tecnológicos) – a ponto de dificilmente ser possível apontar um conjunto de proposições de caráter geral, de um único ou de diferentes autores combinados, que sirva como referencial satisfatório para a construção de uma teoria das inovações.

A desigualdade/assimetria entre os agentes individuais – ou seja, suas vantagens absolutas –, associada fundamentalmente à apropriação de novas tecnologias e de retornos de escala, desempenha papel decisivo. As assimetrias entre os agentes econômicos, como elo fundamental dessa interação, é, portanto, uma questão chave em todo o aparato neo-schumpeteriano.

Os neo-schumpeterianos apoiam-se em fatos estilizados, isto é, conclusões fundamentadas em evidências empíricas, para formular suas proposições básicas. A atenção deles para o fenômeno da inovação é, provavelmente, devida a vários fatores, em parte, internos para a dinâmica das disciplinas econômicas e, em parte, relativa ao aumento da percepção empírica da importância dos fatores tecnológicos na competitividade e no crescimento, demonstrado, por exemplo, nos diversos estudos de caso da indústria, evidenciando-se a importância da inovação tecnológica na competitividade industrial.

Uma das teses fundamentais da vertente neo-schumpeteriana é, assim, identificar as regularidades do progresso técnico, a partir das quais é possível caracterizar padrões técnicos e econômicos de desenvolvimento, capazes de conformar elementos estruturais aos quais a atividade econômica corrente se subordina.

Sob essa perspectiva, o Capítulo 1 estrutura-se da seguinte maneira. A seção 1.1 dedica-se à análise da posição do processo de mudança estrutural no núcleo da dinâmica capitalista e sua identificação básica com as inovações, segundo a contribuição teórica de Schumpeter. A seção 1.2 é reservada para a discussão da dicotomia *demand-pull/technology-push*, que se constitui em uma primeira tentativa de definir os elementos

comuns entre o amplo conjunto de invenções e/ou inovações. A seção 1.3 é a principal desse capítulo e trata da discussão das características e propriedades centrais da tecnológica e do aprendizado, conforme a visão dos neo-schumpeterianos. A seção 1.4 aborda a taxonomia para as inovações, entre as várias existentes, proposta por FREEMAN & PEREZ (1986, 1990). E, finalmente, a última seção é destinada à discussão da taxonomia proposta por PAVITT (1984), baseada nas diferenças inter-setoriais e inter-temporais no potencial inovativo das atividades econômicas.

1.1 A Origem da Abordagem: Schumpeter

De acordo com MALERBA & ORSENIGO (1995), em “A Teoria do Desenvolvimento Econômico” e em “Capitalismo, Socialismo e Democracia”, Schumpeter propôs dois modelos de atividades inovativas. O primeiro, chamado por NELSON & WINTER (1982) e KAMIEN & SCHWARTZ (1982) de Schumpeter Marco 1, foi proposto em “A Teoria do Desenvolvimento Econômico”. Nesse trabalho, SCHUMPETER (1988) examinou a estrutura industrial européia típica do final do século XIX, caracterizada pelas muitas pequenas firmas. De acordo com esse ponto de vista, o modelo de inovação é caracterizado pela facilidade tecnológica de entrada em uma indústria e pelo papel maior desempenhado pelas novas firmas em atividades inovativas. Novos empreendedores trazem para a indústria novas idéias, novos produtos ou novos processos, lançando novos empreendimentos, que desafiam as firmas estabelecidas e, por esse motivo, rompem continuamente o *status quo*.

O segundo modelo, denominado Schumpeter Marco 2, é proposto em “Capitalismo, Socialismo e Democracia”. Nesse trabalho, inspirado nas características da indústria americana da primeira metade do século XX, SCHUMPETER (1984) discutiu a relevância dos laboratórios industriais de Pesquisa & Desenvolvimento (P & D), para a inovação tecnológica, e o papel chave das grandes firmas. De acordo com esse ponto de vista, o modelo de atividades inovativas é caracterizado pelas relevantes barreiras à entrada para novos inovadores e pela predominância das grandes firmas estabelecidas, as quais têm processos de inovação institucionalizados com a criação dos laboratórios de P & D de que participam pesquisadores, tecnólogos e engenheiros. Tais firmas, com esse estoque de conhecimento acumulado em áreas tecnológicas específicas, sua avançada competência em

projetos de P & D em larga escala, e recursos financeiros relevantes em produção e distribuição, criam barreiras à entrada para novos empreendedores e pequenas firmas.

Em Schumpeter Marco 1, o “fluxo circular” constitui-se no pilar do sistema schumpeteriano: o seu sistema de “reprodução” econômica em equilíbrio estático, no qual exprime sua visão das relações e dos conceitos básicos de uma economia de mercado. As premissas são a propriedade privada, a livre empresa, a concorrência livre e pura, a ausência de incerteza quanto ao futuro. Nessas circunstâncias, SCHUMPETER (1988) supõe produzir-se uma tendência ao equilíbrio geral dos agentes econômicos, no qual não haveria estímulo ou motivo para mudar posições, salvo pela necessidade de uma suave adaptação a alterações contínuas e limitadas nos dados do sistema. O essencial é que a atividade econômica retratada pelo esquema não apresenta mudanças importantes, quantitativas ou qualitativas, convertendo-se em mera prática rotineira: o equilíbrio geral do fluxo circular não implica um estado estacionário rígido, mas lentamente mutável, em que o que importa é que as variações verificadas nos dados – população, nível de consumo e preferências dos consumidores, poupança, investimento, e mesmo a técnica – sejam suficientemente contínuas ou “friccionais” para que a absorção de seus efeitos não provoque convulsões no sistema (POSSAS, 1987).

“(...) A teoria do capítulo 1 descreve a vida econômica do ponto de vista do “fluxo circular”, ocorrendo essencialmente pelos mesmos canais, ano após ano – semelhante à circulação do sangue num organismo animal. Ora, esse fluxo circular e os seus canais alteram-se com o tempo e aqui abandonamos a analogia com a circulação do sangue. Pois embora esta também mude ao longo do crescimento e do declínio do organismo, só o faz continuamente, ou seja, muda por etapas das quais podemos escolher um tamanho menor do que qualquer quantidade definível, por menor que sejam, e sempre muda dentro do mesmo limite. A vida econômica também experimenta tais mudanças, mas experimenta outras que não aparecem continuamente e que mudam o limite, o próprio curso tradicional. Essas mudanças são podem ser compreendidas por nenhuma análise do fluxo circular, embora sejam puramente econômicas e embora sua explicação esteja obviamente entre as tarefas da teoria pura.” (SCHUMPETER, 1988:45-46).

Para SCHUMPETER (1988), a teoria do fluxo circular descreve a vida econômica do ponto de vista da tendência do sistema econômico para uma posição de equilíbrio, tendência que serve de referência e fornece os meios para a determinação dos preços e das quantidades de bens. Essa posição de equilíbrio, não necessariamente, é sempre a mesma: ela muda pelo simples fato de que os dados mudam continuamente, e, conseqüentemente, ocorre uma adaptação aos dados existentes em qualquer momento. Porém a análise é incapaz de predizer as conseqüências das mudanças descontínuas na maneira tradicional de

fazer as coisas. O autor enfatiza ainda que “a ocorrência da mudança ‘revolucionária’ é justamente o nosso problema, o problema do desenvolvimento econômico num sentido muito estreito e formal.” (SCHUMPETER, 1988:46). Para ele, o desenvolvimento é um fenômeno totalmente distinto do que pode ser observado no fluxo circular, uma vez que é uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, que altera e desloca o estado de equilíbrio previamente existente.

“Produzir significa combinar materiais e forças que estão ao nosso alcance (cf. capítulo 1). Produzir outras coisas, ou as mesmas coisas com método diferente, significa combinar diferentemente esses materiais e forças. Na medida em que as ‘novas combinações’ podem, com o mesmo tempo, originar-se das antigas por ajuste contínuo mediante pequenas etapas, há certamente mudança, possivelmente há crescimento, mas não um fenômeno novo nem um desenvolvimento em nosso sentido. Na medida em que não for este o caso, e em que as novas combinações aparecem descontínuamente, então surge o fenômeno que caracteriza o desenvolvimento.” (SCHUMPETER, 1988:48).

POSSAS (1987) ressalta essa peculiaridade do modelo do fluxo circular, em que quaisquer mudanças, mesmo adaptativas, admitidas no fluxo circular podem, no máximo, acarretar deslocamento ao longo das funções de produção e não deslocamentos delas, e que o fluxo circular é contraposto à inovação à medida que esta é definida justamente pelo deslocamento da função de produção ou curva de custos, ou ainda pela criação de novas (ou novas “combinações produtivas”).

Chega-se, portanto, ao que SCHUMPETER denomina o “fenômeno fundamental” da vida econômica capitalista: a inovação, que dá lugar ao processo de desenvolvimento econômico. A inovação só rompe o fluxo circular, se entendida como a criação de “novas combinações de forças produtivas”. As inovações, nessa conceituação, englobam:

1. Introdução de um novo bem – ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados – ou de uma nova qualidade de um bem.
2. Introdução de um novo método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria.
3. Abertura de um novo mercado, isto é, de uma mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes ou não.

4. Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existisse ou tivesse que ser criada.
5. Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio ou a fragmentação desta uma posição de monopólio. (SCHUMPETER, 1988:48-49).

“O capitalismo, então, é, pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar, estacionário. E tal caráter evolutivo do processo capitalista não se deve meramente ao fato de a vida econômica acontecer num ambiente social que muda e, por sua mudança, altera os dados da ação econômica; isso é importante e tais mudanças (guerras, revoluções e assim por diante) freqüentemente condicionam a mudança industrial, mas não são seus motores principais. Tampouco se deve esse caráter evolutivo a um aumento quase automático da população e do capital ou aos caprichos dos sistemas monetários, para os quais são verdadeiras exatamente as mesmas coisas. O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria.” (SCHUMPETER, 1984:112).

Esse impulso fundamental, que aciona e mantém em movimento a máquina capitalista, desde que tenha raízes sólidas na própria atividade capitalista, o desenvolvimento, oriundo das inovações, também é um fenômeno interno, endógeno ao sistema capitalista, embora se apresente como necessariamente extrínseco ao fluxo circular. Para SCHUMPETER (1984), o processo de inovação revoluciona completa e radicalmente a estrutura econômica, ao destruir a estrutura vigente e criar uma outra totalmente nova (“destruição criadora”), constituindo-se esse processo em fato essencial para o capitalismo.

O resultado, e até certo ponto o móvel, da introdução das inovações é o lucro. O agente das inovações é o empresário, que as personifica tipicamente mediante a criação de uma empresa – diferentemente da firma, que se supõe ser uma unidade real de decisões. O empresário não se confunde com o capitalista e não é necessariamente proprietário ou acionista, podendo exercer qualquer função na firma. O empresário, na verdade, é definido por sua função – a de pôr em prática inovações –, podendo acumular outras funções econômicas na condição de indivíduo. O que se supõe do empresário é a capacidade de ação empreendedora, o que não implica uma qualidade de indivíduos superdotados, embora as qualidades requeridas não sejam encontráveis em quaisquer pessoas: trata-se da

liderança, isto é, da capacidade de previsão e iniciativa e não da posse de capital (POSSAS, 1987:175).

“(...) Chamamos de ‘empreendimento’ à realização de combinações novas; chamamos ‘empresários’ aos indivíduos cuja função é realizá-las. Esses conceitos são a um tempo mas amplos e mais restritos do que no uso comum. Mais amplos, porque em primeiro lugar, chamamos ‘empresários’ não apenas aos homens de negócios ‘independentes’ em uma economia de trocas, que de modo geral são assim designados, mas todos os que de fato preenchem a função pela qual definimos o conceito, mesmo que sejam, como está se tornando regra, empregados ‘dependentes’ de uma companhia, como gerentes, membros da diretoria etc, ou mesmo se o seu poder real de cumprir a função empresarial tiver outros fundamentos, tais como o controle da maioria das ações. Como a realização de combinações novas é que constitui o empresário, não é necessário que ele esteja permanentemente vinculado a uma empresa individual; muitos ‘financistas’, ‘promotores’ etc não são e ainda podem ser empresários no sentido que lhe damos. Por outro lado, nosso conceito é mais restrito do que o tradicional ao deixar de incluir todos os dirigentes de empresas, gerentes ou industriais que simplesmente podem operar um negócio estabelecido, incluindo apenas os que realmente executam aquela função.” (SCHUMPETER, 1988:54).

Segundo a análise de POSSAS (1987), Schumpeter (1988) enfatiza a tal ponto o papel do empresário como agente exclusivo do desenvolvimento, por intermédio da atividade inovadora, que resulta, em boa medida, nublada sua constante reivindicação de que esse processo seja intrínseco à atividade econômica capitalista, além de abrir caminho para a desfiguração de sua contribuição teórica original, seja na forma caricatural do “empresário schumpeteriano”, seja na interpretação de sua teoria do ciclo econômico baseado nas inovações como “ciclos de capacidade”.

Em contraste com o conceito de “agentes representativos”, que desfrutam de igual acesso à informações e de capacidade de cálculos racionais sobre a taxa de retorno de investimentos, Schumpeter postulou dois tipos de agentes: os empresários, indivíduos excepcionais, que, mesmo certamente incapazes de prever o futuro, têm a capacidade e a vontade de enfrentar os obstáculos e dificuldades na busca da inovação como um “ato de determinação”, e um segundo grupo muito mais numeroso de imitadores, que são meramente seguidores da esteira dos pioneiros do primeiro grupo (FREEMAN, 1994).

O capitalista provê o financiamento e assume o risco do desenvolvimento econômico, mas não o produz. Isso é feito pelo empresário – que possui a percepção para novas oportunidades e tem a iniciativa de realizá-las. Ele persuade o capitalista para o fornecimento do financiamento necessário e utiliza-o para organizar novas combinações dos fatores produtivos. Na ausência de tais indivíduos que tenham esse talento para realizar

inovações e a motivação para usá-lo, o desenvolvimento não ocorre. A característica crucial do desenvolvimento econômico, para SCHUMPETER, não é a mobilização de poupança pelos capitalistas para financiar a acumulação de mais capital produtivo, mas as ações dos empresários em mobilizar crédito para financiar a aquisição dos fatores de produção existentes para a combinação deles em novas maneiras e formas.

Na teoria de SCHUMPETER, a capacidade e a iniciativa dos empresários, apoiados nas descobertas de cientistas e inventores, criam oportunidades totalmente novas para investimentos. Os lucros que se originam dessas inovações constituem, pois, um impulso decisivo para novas ondas de crescimento, agindo como sinal para um enxame de imitadores, os quais não conseguem realizar os lucros extraordinários elevados de um ou poucos inovadores e, muitas vezes defrontam-se com perdas. Para a análise schumpeteriana, os lucros diminuem gradualmente pela ação da concorrência até que a recessão se estabeleça, e todo o processo pode ser seguido pela depressão, antes que o crescimento se reinicie com uma nova onda de inovação técnica e mudanças sociais e organizacionais.

De acordo com FREEMAN (1984), enquanto na estrutura keynesiana a ênfase recai sobre a administração da demanda, em Schumpeter, ela aponta para o investimento autônomo, incorporando inovações técnicas, que constituem a base do desenvolvimento econômico. Numa estrutura como essa, o crescimento econômico deve ser encarado, primeiramente como um processo de realocação de recursos entre indústrias e que, necessariamente, conduz a mudanças estruturais e desequilíbrios.

A visão de SCHUMPETER de que a inovação técnica estaria mais próxima de uma série de explosões do que de uma transformação suave e continuada, sendo que esses distúrbios engendrados seriam suficientes para provocar um padrão cíclico de crescimento, baseia-se em três argumentos:

- As inovações tendem a concentrar-se em determinados setores-chave e ao seu redor, e, conseqüentemente, são por natureza desequilibradas e desarmoniosas;
- A difusão é inerentemente um processo desigual, porque, primeiro, umas poucas firmas e, depois, muitas delas, seguem na onda dos pioneiros bem-sucedidos;

- As expectativas cambiantes dos lucros durante o crescimento de uma indústria constituem um dos principais determinantes desse padrão sigmóide de crescimento.

Muitos economistas, com seus precursores antes mesmo da Primeira Guerra Mundial, já apontavam uma possível tendência das séries de longo prazo dos preços e da taxa de juros de seguirem um padrão cíclico de meio século. Eles referiam-se à teoria dos ciclos longos no desenvolvimento econômico e social como “ciclos de Kondratiev”, em referência à Kondratiev, que apesar de não ter sido o criador da idéia, foi o economista que mais popularizou o conceito de ciclos longos.

Já a teoria dos ciclos longos proposta por SCHUMPETER (1939) procurou explicar o crescimento principalmente em termos de inovação tecnológica. Ele sugeriu que o primeiro (de 1770 à 1840) ciclo longo de desenvolvimento econômico baseou-se na difusão da máquina a vapor e nas inovações têxteis na Inglaterra; o segundo (de 1840 à 1890) ter-se-ia originado, em grande parte, das ferrovias e das mudanças a elas associadas na engenharia mecânica e nas indústrias do ferro e do aço; o terceiro (de 1890 à 1940) seria decorrência da energia elétrica, do motor de combustão interna e da indústria química. Então, na teoria de SCHUMPETER, a capacidade e a iniciativa dos empresários, apoiados nas descobertas de cientistas e inventores, criam oportunidades totalmente novas para investimentos, crescimento e emprego. Os lucros que se originam dessas inovações constituem, pois, um impulso decisivo para novas ondas de crescimento, agindo como sinal para um enxame de imitadores.

Segundo FREEMAN (1987), a idéia de “meta-paradigma” técnico-econômico que afeta a tecnologia, considerada como *best-practice*, em todos os setores, aproveitando-se, particularmente, da vantagem de insumos de baixo custo em cada ciclo (algodão no primeiro ciclo de Kondratiev, carvão no segundo, aço no terceiro, óleo no quarto e *chips* no quinto) é muito mais plausível do que a explicação baseada somente nas principais inovações descontínuas em indústrias líderes, embora elas sejam de importância incontestável. Uma característica fundamental do modelo de difusão de um novo paradigma técnico-econômico é a sua propagação das indústrias ou áreas de aplicações iniciais para uma ampla extensão de indústrias e serviços da economia em sua totalidade (Quadro 1.1). Assim, por mudança de paradigma, FREEMAN & PEREZ (1990),

interpretam como uma transformação radical do “senso comum” de engenharia e de gestão vigentes para uma nova *best practice*, com maior produtividade e mais lucrativa, aplicável em quase todas as indústrias.

No contexto de uma longa onda, muitos paradoxos relacionados à teoria da inovação passam a ajustar-se, como o que aborda a questão acerca do estímulo de demanda (*demand-pull*) versus pressão da tecnologia (*technology-push*). Os proponentes das teorias de estímulo da demanda para inovações enfatizam os resultados de estudos de caso e de pesquisas que, aparentemente, revelam que a identificação das necessidades do consumidor no mercado constitui o ingrediente vital das inovações bem-sucedidas. Entretanto MOWERY & ROSENBERG (1979) ressaltam o fato de que a teoria é insatisfatória em relação às inovações mais radicais; não se pode falar sobre demanda de mercado para produtos que sejam tão novos que o mercado não tenha conhecimento algum sobre eles e nenhum meio de avaliá-los. Essa discussão será objeto da próxima seção.

Quadro 1.1 – Principais características das sucessivas ondas longas

Número	Período aproximado da fase ascendente / descendente	Descrição	Principais "ramos suporte" e setores de crescimento induzido	Fatores industriais chave oferecendo abundante suprimento para preço descendente	Outros setores crescendo rapidamente a partir de base pequena	Limitações de prévios paradigmas técnico-econômicos e alternativas em que novos paradigmas oferecem algumas soluções	Organização das firmas e formas de cooperação e competição
Primeiro	1770s & 1780s para 1830s & 1840s "Revolução Industrial" "Hard times"	Kondratiev da Mecanização Inicial	Tecidos Química têxtil Máquinas têxteis Ferro artesanal e fundição de ferro Energia a partir da água Olarias Canais de tubos	Algodão Ferro gusa	Máquinas a vapor Maquinaria	Limitações de escala, controle de processo e mecanização em sistemas domésticos. Limitações de ferramentas e processos operados manualmente. Soluções oferecendo perspectivas de grande produtividade e lucratividade por meio da mecanização e organização em indústrias líderes.	Empreendedores individuais e pequenas firmas (menos de 100 empregados) em competição. Estrutura de parceria com facilidades de cooperação de inovações tecnológicas e de administradores financeiros. Capital local e riqueza individual.
Segundo	1830s & 1840s para 1880s & 1890s "Prosperidade Vitoriana" "Grande Depressão"	Kondratiev da Energia a Vapor e Estradas de Ferro	Máquinas a vapor Estradas de ferro Equipamentos para estradas de ferro Navios a vapor Máquinas ferramentas Ferro	Carvão Transporte	Aço Eletricidade Gás Tintas sintéticas Engenharia pesada	Limitações de energia a partir da água em termos de inflexibilidade de localização, escala de produção, confiabilidade e range de aplicações, restringindo mais desenvolvimento da mecanização e produção para a economia como um todo. Largamente superado pela máquina a vapor e novos sistemas de transporte.	Auge da competição das pequenas firmas, e grandes firmas agora empregam milhares, em vez de centenas. As firmas e mercados crescem, dívidas limitadas e as sociedades anônimas permitem novos modelos de investimentos, de riscos e propriedades.
Terceiro	1880s & 1890s para 1930s & 1940s "Belle Epoque" "Grande depressão"	Kondratiev da Eletricidade e Engenharia Pesada	Engenharia elétrica Máquinas e equipamentos elétricos Condutores e fios elétricos Engenharia pesada Armamentos pesados Navios de aço Química pesada Tintas sintéticas	Aço	Automóveis Aeronaves Telecomunicações Rádio Alumínio Bens de consumo duráveis Óleo Plásticos	Limitações do ferro como material de engenharia em termos de resistência, durabilidade, precisão etc, particularmente superado pela disponibilidade universal do aço de custo baixo e ligas de metais. Limitações de correias inflexíveis, polias etc, utilizadas por uma larga quantidade de máquinas a vapor superadas por unidades e grupos de acionamento para máquinas elétricas, guindastes aéreos, ferramentas, permitindo enormemente melhorias em layout e economia de capital. Estandarização de lotes.	Emergência das firmas gigantescas, cartéis, trusts e fusões. Monopólios e oligopólios tornam-se típicos. "Regularização" ou estado de propriedade de monopólios "naturais" e "utilidades públicas". Concentração de bancos e sistemas financeiros de capital. Emergência do gerenciamento especializado em grandes firmas.

Continuação do Quadro 1.1

Número	Período aproximado fase ascendente / descendente	Descrição	Principais "ramos suporte" e setores de crescimento induzido	Fatores industriais chave oferecendo abundante suprimento para preço descendente	Outros setores crescendo rapidamente a partir de base pequena	Limitações de prévios paradigmas técnico-econômicos e alternativas em que novos paradigmas oferecem algumas soluções	Organização das firmas e formas de cooperação e competição
Quarto	1930s & 1940s para 1980s & 1990s Período Dourado do Crescimento e Pleno Emprego Keynesiano	Kondratiev da Produção em Massa Fordista	Automóveis Caminhões Tratores Tanques Armamentos para combate motorizado Aeronaves Bens de consumo durável Plantas de processo Materiais sintéticos Petroquímica Rodovias	Energia (especialmente óleo)	Computadores Televisão Radar Máquinas ferramenta de comando numérico Remédios Armamentos nucleares e mísseis	Limitações da escala de produção em lotes superado pelo fluxo de processos e técnicas de produção de linhas de montagem, estandarização de componentes e materiais e energia barata e abundante. Novos modelos de localização industrial e desenvolvimento urbano por meio da velocidade e flexibilidade do automóvel e do transporte aéreo.	Competição dos oligopólios. Corporações multinacionais baseadas nos investimentos estrangeiros e localizações múltiplas de plantas. Subcontratação competitiva em mão de obra ou integração vertical. Aumento da concentração, diversificação e controle hierárquico. "Estrutura Técnica" em grandes corporações.
Quinto	1980s & 1990s para ?	Kondratiev da Informação e Comunicação	Computadores Bens eletrônicos de capital Software Equipamentos de telecomunicações Fibras ópticas Robótica FMS Materiais cerâmicos Banco de dados Serviços de informação	"Chips" (microeletrônica)	"Terceira Geração" de produtos e processos da biotecnologia Atividades espaciais Química fina SDI	Deseconomias de escala e inflexibilidade das linhas de montagem dedicadas e plantas de processos em parte superados por sistemas de manufatura flexíveis, "networking" e "economias de escopo". Limitações da intensidade de energia e materiais em parte superados por sistemas e componentes de controle eletrônicos. Limitações de departamentalização hierárquica superada pela "sistematização", "networking" e integração entre design, produção e marketing.	"Networks" de grandes e pequenas firmas baseadas em networks de computadores e cooperações em tecnologia fechadas, qualidade, controle, treinamento, planejamento de investimentos e planejamento de produção ("just-in-time") etc. "Keiretsu" e estruturas similares oferecem mercados de capital interno.

Fonte: FREEMAN, 1987.

1.2 A Dicotomia Demand-Pull x Technology-Push

Na literatura econômica, tem havido um substancial esforço para definir os elementos comuns entre o amplo conjunto de invenções e/ou inovações, juntamente com a pesquisa para algum tipo de *prime mover* da atividade inovativa, embora, segundo DOSI (1982), todos reconheçam que existe uma diferente e contextual origem da atividade inovativa. Para essa matéria, a literatura define usualmente duas básicas abordagens: a

primeira aponta as forças de mercado como as principais determinantes da mudança tecnológica (teoria da *demand-pull*), e a segunda define a tecnologia como o fator autônomo ou quase autônomo, no mínimo, para um curto prazo (teoria da *technology-push*).

Os fatores que determinam a direção do progresso tecnológico têm sido realçados pelo trabalho de Schmookler. Considerando-se que trabalhos anteriores trataram a mudança tecnológica como uma variável exógena, algo que tinha importantes consequências econômicas, mas sem causas econômicas, o seu trabalho tem servido para demonstrar que a direção da mudança tecnológica reage a forças econômicas e que, de fato, mudança tecnológica é uma atividade econômica e pode ser estudada como tal. SCHMOOKLER (1966) organizou uma grande quantidade de dados para suportar sua teoria de que a alocação de recursos para a invenção é determinada, predominantemente, pela demanda (*demand-pull*).

SCHMOOKLER não negou de todo o papel independente da pesquisa científica básica, mas procurou demonstrá-lo por meio do uso das precisas estatísticas das patentes americanas, que mostravam os picos e as depressões das atividades inventivas retardadas em relação aos picos e depressões das atividades de investimento. Com base nessa constatação, ele chegou à conclusão de que o principal estímulo para a invenção e inovação surge da mudança do padrão de demanda, medido pelos investimentos em bens de capital em várias indústrias. Desse modo, concluiu que a demanda, influenciada pelo tamanho do mercado para uma classe particular de invenções, é o determinante decisivo para a alocação dos esforços de invenção. Portanto, em seu clássico trabalho, SCHMOOKLER (1966) deduziu que o dom de fazer descobertas ao acaso e a universalidade da ciência moderna provêem um amplo e imparcial reservatório de oportunidades, que são exploradas pelas atividades econômicas em diferentes graus, de acordo com os diferentes incentivos econômicos e, em particular, pelos diferentes padrões de crescimento da demanda.

Em sua ênfase da importância das forças da demanda, SCHMOOKLER negligenciou a importância dos fatores da oferta ou fez muitas suposições simplistas sobre seu papel, rejeitando a invenção como uma função direta e imediata da descoberta científica (hiato entre descobertas e patentes). Porém COOMBS, SAVIOTTI & WALSH (1987) ressaltam que Schmookler não sustentou que somente as forças de demanda eram

as únicas determinantes para a atividade inovativa e inventiva. Para eles, Schmookler estava tentando corrigir o desequilíbrio contrário correspondente ao que era somente o fluxo exógeno de invenções, que poderia gerar novos investimentos e novas atividades econômicas. Ele usou o exemplo de duas lâminas de uma tesoura para representar a invenção e a demanda como duas forças interagindo. Entretanto, e provavelmente, porque ele estava tentando corrigir o desequilíbrio contrário, a principal ênfase em seu trabalho repousou nos fatores da demanda.

A teoria pura da *demand-pull* tem sido muito criticada, principalmente a partir dos anos 1970 (como por exemplo, ROSENBERG, 1976). “Entretanto, o *coup de grâce* foi dado por Mowery e Rosenberg (1979) em sua devastadora crítica do *Market Demand and Innovation*” (FREEMAN, 1994:479). Eles mostraram que os estudos empíricos da inovação, que eram freqüentemente citados para suportar a *demand-pull*, de fato, não justificavam essas conclusões, e, realmente, que seus autores, eles próprios, repudiavam tal interpretação. FREEMAN (1994), assim como MOWERY & ROSENBERG (1979) evidenciaram a confusão presente na literatura entre “necessidades” e “demanda” e entre “demanda potencial” e “demanda efetiva”. Desde que as “necessidades” humanas são extremamente variadas e freqüentemente insatisfeitas por longos períodos, elas não podem sozinhas explicar a emergência de inovações específicas em um espaço de tempo específico. Ou seja, a inovação não deve ser vista como um processo linear, se conduzida pela demanda ou pela tecnologia, mas como uma complexa interação ligando usuários potenciais e novos desenvolvimentos em ciência e tecnologia.

O aumento da complexidade tecnológica e das atividades de pesquisa, no século passado, favoreceu as grandes organizações (departamentos de P & D das grandes firmas e governos, laboratórios de universidades etc) em oposição às inovações individuais. MOWERY (1980) reconstituiu o crescimento das atividades de pesquisa e desenvolvimento das indústrias americanas desde o começo do século passado, concluindo que as modernas tecnologias provêm dos centros de P & D (*technology-push*) e que elas são seguidas por numerosas melhorias em específicas aplicações com base na interação entre usuários e fornecedores.

Segundo COOMBS, SAVIOTTI & WASH (1987), a base da análise crítica de MOWERY & ROSENBERG é a conclusão de que ambas, a oferta e a demanda, são determinantes consideráveis do sucesso do processo de inovação, juntamente com a

tecnologia e mercado. E que o estudo desses autores tem contribuído, de forma fundamental, para o entendimento do processo de inovação em dois caminhos: primeiro, eles têm mostrado que a inovação é um processo muito complexo e que, por essa razão, não é possível mais considerar um fator particular como o único e exclusivo determinante da inovação; segundo, a riqueza da evidência empírica associada a esses estudos tem tornado desafiador o estabelecimento de teorias econômicas e uma oportunidade para construir outras teorias alternativas. O debate *demand-pull / technology-push* não tem se acomodado, mas avançado com base nesses estudos empíricos para um nível qualitativamente diferente. Em especial, a introdução de mais trabalhos baseados em setores particulares da indústria, em comparações internacionais, no fluxo de comércio, e no uso mais específico das idéias teóricas derivadas de Schumpeter e Schmookler, tem fornecido mais subsídios para a elaboração e detalhamento do debate *demand-pull / technology-push*.

A discussão do desenvolvimento dos materiais sintéticos, relativa à indústria química e eletrônica, baseada em estudos prévios da *Science Policy Research Unit* (SPRU), fornece uma importante contribuição para o debate *demand-pull / technology-push*. Modelos de investimentos, papéis científicos, patentes, inovações e produção foram analisados para essas indústrias. Não se encontrou um predomínio sistemático de nenhuma das duas (*demand-pull / technology-push*), mas, sim, que cada uma delas pode conduzir a outra a diferentes estágios durante o desenvolvimento da indústria. Se alguma generalização pode ser feita, *technology-push* tende a ser relativamente mais importante em estágios iniciais do desenvolvimento da indústria, enquanto *demand-pull* tende a aumentar sua importância relativa nos estágios mais avançados de amadurecimento do ciclo do produto (FREEMAN *et alii*, 1982). Por esse motivo, a combinação das idéias de Schmookler e Schumpeter suportam uma explicação melhor para o desenvolvimento dessas indústrias. Ou, conforme afirma FREEMAN, em seu outro trabalho sobre as críticas dirigidas à Schmookler:

“(...) Entretanto, críticas como as de Mowery e Rosenberg (1979) ressaltaram o fato de que a teoria era insatisfatória em relação às inovações mais radicais; não se poderia falar seriamente sobre demanda de mercado para produtos eu seriam tão novos que o mercado não teria nenhum conhecimento sobre eles e nenhum meio de avaliá-los. Estes autores, assim como outros, ao invés, enfatizaram o papel que os avanços fundamentais da ciência desempenham para as inovações básicas. No período inicial de uma nova tecnologia eles estão seguramente certos, mas, para a grande maioria das

invenções e inovações que se seguem, Schmookler pode estar com a razão." (FREEMAN, 1984:14).

1.3 A Abordagem Neo-Schumpeteriana

SCHUMPETER sempre enfatizou que o seu trabalho constituía-se em uma primeira aproximação do que não deveria ser um dogma, mas um conjunto de idéias para serem revisadas e ampliadas à luz de novas evidências. Também aconselhou os simpatizantes de suas idéias a estudar história de negócios, relatórios de empresas, jornais técnicos e histórias de tecnologia, no intuito de obterem o entendimento do comportamento do sistema econômico como um todo. Esta seção se dedica, assim, à discussão das características e propriedades centrais da tecnológica e do aprendizado, na visão dos neo-schumpeterianos, cujas críticas ao trabalho de Schumpeter baseiam-se em evidências de pesquisas empíricas. Por outro lado, os neo-schumpeterianos também avançaram em tópicos quase completamente não abordados por Schumpeter, como o subdesenvolvimento, comércio internacional e desenvolvimento regional, temas que não serão foco desta dissertação.

NELSON & WINTER (1977) enfatizaram que, para obter um sólido entendimento da inovação (o termo inovação, como ressaltado por esses autores, é como uma maleta para cobrir a ampla extensão da variedade dos processos envolvidos pela tecnologia do homem através dos tempos) e dos fatores que a influenciam, torna-se necessário um estudo detalhado dos processos envolvidos e do caminho que as instituições escolhem para suportar esses processos. Argumentaram ainda que, particularmente, a variação entre setores tão diversos quanto agricultura e aviação necessitava de análise específica da indústria, incluindo diferenças na seleção do ambiente, bem como das trajetórias a serem seguidas. Portanto, é fundamental concentrar nos resultados em nível micro dos estudos das inovações e de suas difusões no âmbito da firma e indústria, para se captarem os modelos de inovação que emergem da diversidade existente entre as indústrias e da incerteza inevitável da inovação, aparentemente, sujeita a uma variação caótica.

Setores industriais, segundo DOSI (1988a), diferem em relativa importância quanto a quatro modos básicos de progresso tecnológico: (a) processos de pesquisas formalizados e dispendiosos, cujos custos são previstos em orçamentos; (b) processos informais de difusão de informações e de capacitações tecnológicas (via publicações, associações técnicas, processos *watch-and-learn*, transferências individuais); (c) formas particulares de

externalidades, internalizadas dentro da firma, associadas com *learning by doing* e *learning by using*; e (d) adoção de inovações desenvolvidas por outras indústrias e incorporadas por meio de equipamentos e insumos intermediários. As grandes firmas ainda respondem pela maioria das inovações na maior parte dos setores industriais, mas suas inovações podem ser usadas por outras. A indústria de instrumentação e de a indústria de *software* são exemplos óbvios (PAVITT, 1984).

Uma das teses fundamentais dos neo-schumpeterianos, de acordo com BAPTISTA (1997), é identificar as regularidades do progresso técnico, pelas quais é possível caracterizar padrões técnicos e econômicos de desenvolvimento capazes de conformar elementos estruturais aos quais a atividade econômica corrente se subordina. Eles tomam como referência uma concepção geral de tecnologia que envolve, simultaneamente, aspectos materiais e não-materiais – estes últimos, incorporados em pessoas e instituições e parcialmente não codificáveis.

“Definimos tecnologia como um conjunto de fragmentos de conhecimento, não só diretamente ‘práticos’ (relacionados à problemas concretos e à dispositivos) e ‘teóricos’ (mas aplicáveis na prática, embora não necessariamente aplicados), know how, métodos, procedimentos, experiências de sucesso e fracasso mas também, é claro, dispositivos práticos e equipamentos. Os dispositivos físicos existentes incorporam os resultados do desenvolvimento de uma tecnologia em uma atividade definida de resolução de problemas. Ao mesmo tempo, a parte ‘desincorporada’ da tecnologia consiste na habilidade específica, na experiência decorrente de esforços passados e das soluções tecnológicas passadas, em conjunto com o conhecimento e as conquistas do estado-da-arte. De acordo com esta visão, a tecnologia inclui a ‘percepção’ de um conjunto limitado de alternativas tecnológicas possíveis e de desenvolvimentos futuros nocionais.” (DOSI, 1984:13-14).

Os autores dessa vertente adotam os conceitos de paradigma e trajetória tecnológicos, baseados em uma analogia explícita dos conceitos de “paradigma científico” e de “ciência normal” propostos por KUHN (1978). Em “A Estrutura das Revoluções Científicas” (um estudo dirigido para cientistas físicos mas que rapidamente atraiu a atenção dos cientistas sociais), KUHN inicia a partir da proposição de que toda ciência é governada por uma visão esquemática da parte do cientista sobre aquele aspecto do universo, que é o seu objeto de pesquisa. Dentro desse esquema, estão certas leis fundamentais, certas teorias e metodologias, e, mesmo que o cientista possa não estar inteiramente ciente disso, certos valores que governam sua abordagem de trabalho. As leis e teorias tomam como alvo certas variáveis e relacionamentos chave, que são suportados por serem de fundamental importância para a interpretação e explicação do *modus*

operandi do campo de pesquisa do cientista. A metodologia que o cientista aplica na busca da solução de problemas relevantes refletirá diretamente elas. A fim de articular essas leis e teorias, o cientista necessita usar conceitos particulares, que, por sua vez, são provavelmente específicos para seu esquema. Suas afirmações são, por essa razão, governadas por um uso particular de linguagem, prontamente entendido por aqueles que compartilham a mesma visão, mas nem sempre por outros que podem considerar parte de seu vocabulário como não familiar, enquanto acostumados a interpretar outros fatos também de forma diferente. Desse modo, para relacionar essas regras presentes na pesquisa científica e na ciência normal – a sua natureza e as razões para seu sucesso incomum –, KUHN introduziu o conceito de paradigma. A formulação do conceito de paradigma está melhor construída por KUHN em seu posfácio de 1969, desfazendo alguns mal entendidos da sua primeira versão de 1962:

“Muitas das dificuldades-chave do meu texto original agruparam-se em torno do conceito de paradigma. (...) Percebe-se rapidamente que na maior parte do livro o termo ‘paradigma’ é usado em dois sentidos diferentes. De um lado, indica toda a constelação de crenças, valores, técnicas etc..., partilhados pelos membros de uma comunidade determinada. De outro, denota um tipo de elemento dessa constelação: as soluções concretas de quebra-cabeças que, empregadas como modelos ou exemplos, podem substituir regras explícitas como base para a solução dos restantes quebra-cabeças da ciência normal.” (KUHN, 1978:218).

Introduzidos inicialmente por DOSI (1982) e reproduzidos também em outros trabalhos (DOSI, 1984, 1985, 1988a e 1988b),

“os conceitos de ‘paradigma tecnológico’ e ‘trajetória tecnológica’ visam não só evidenciar os aspectos de ruptura (associados ao surgimento de novos paradigmas) e de continuidade do progresso técnico (vinculados ao desenvolvimento ao longo de determinada trajetória tecnológica), mas também fornecer a base a partir da qual são interpretadas as propriedades e regularidades do progresso técnico. O recurso a esses conceitos permite, assim, retirar da mudança tecnológica seu caráter (aparente) de aleatoriedade, redefinindo-a, ao contrário, como um processo que obedece a orientações e determinações específicas e, em boa parte, econômicas.” (BAPTISTA, 1997:18).

O paradigma tecnológico é definido como um “modelo” de solução de problemas tecno-econômicos selecionados, baseado em princípios altamente selecionados, derivados das ciências naturais, juntamente com regras específicas visando adquirir novo conhecimento e protegê-lo, tanto quanto possível, contra a rápida difusão por parte de seus

competidores (DOSI, 1988a). Ou como melhor explicado e desenvolvido em DOSI (1988b):

“Um paradigma tecnológico define, contextualmente, as necessidades que se pretende satisfazer, os princípios científicos utilizados para essa tarefa, a tecnologia material a ser utilizada. Em outras palavras, um paradigma tecnológico pode ser definido como um ‘padrão’ de solução de problemas tecno-econômicos selecionados baseados em princípios altamente selecionados derivados das ciências naturais. Um paradigma tecnológico é, simultaneamente, um conjunto de exemplares – artefatos básicos a desenvolver e a aperfeiçoar (...) e um conjunto de heurísticas – ‘Para onde iremos a partir daqui?’, ‘Onde devemos pesquisar?’, ‘Em que tipo de tipo de conhecimentos devemos nos basear?’ etc” (DOSI, 1988b:224-225).

Os paradigmas tecnológicos definem, portanto, as oportunidades tecnológicas para inovações ulteriores e alguns procedimentos básicos relativos a como explorá-las. Isto é, eles também canalizam esforços para certas direções em detrimento de outras: uma trajetória tecnológica, que é a atividade de progresso tecnológico ao longo de *trade-offs* econômicos e tecnológicos definidos por um paradigma.

“Assim como a ‘ciência normal’ é a ‘realização de uma promessa’ contida no paradigma científico, também o é o ‘progresso técnico’ definido por certo ‘paradigma tecnológico’. Definimos uma ‘trajetória tecnológica’ como o padrão da atividade ‘normal’ de solução de problemas (i.e, de ‘progresso’) no campo de um paradigma tecnológico.” (DOSI, 1984:14-15).

Uma das propriedades básicas de determinado paradigma, portanto, é seu grau de oportunidade tecnológica. As condições de oportunidade referem-se à facilidade e/ou naturalidade à inovação por parte dos pretendentes a inovadores, e estão relacionadas ao potencial para a inovação de cada tecnologia. Então, a base técnica sobre a qual o paradigma se sustenta deve oferecer oportunidades de ampliação do leque de potenciais aperfeiçoamentos e melhoramentos, oportunidades cuja amplitude depende da própria natureza da tecnologia envolvida e que, por sua vez, não são só específicos de cada paradigma – e dos setores industriais que a ele se articulam –, como variam ao longo do tempo, à medida que se esgotam as potencialidades de exploração de cada paradigma. Portanto, a existência de elevados graus de oportunidade tecnológica e apropriabilidade privada (característica que será vista logo adiante), específicas a cada paradigma, conformam as pré-condições básicas para a inovação (BAPTISTA, 1997). Ou segundo exposto por DOSI (1988b:230):

“Sintetizando: setores e tecnologias diferem na facilidade e no escopo dos avanços tecnológicos; a variabilidade destas oportunidades tecnológicas depende da natureza de cada paradigma tecnológico, no grau em que este é capaz de se beneficiar diretamente do progresso científico e/ou de outras rupturas tecnológicas, e de sua ‘maturidade’. Por sua vez, as oportunidades específicas a cada paradigma são um determinante principal das diferenças inter-setoriais observadas nas taxas de inovação. Contudo, para cada nível nocional de oportunidades, os agentes econômicos privados investem recursos em sua exploração somente se existe um mercado, atual ou esperado, disposto a pagar por isso, e se estes agentes (tipicamente firmas) puderem capturar uma fração significativa do que o mercado está disposto a pagar. Em outras palavras, os esforços inovativos são também uma função da estrutura da demanda e das condições de apropriabilidade.” (DOSI, 1988b:230).

Por outro lado, a introdução de inovações e a realização de progresso técnico, como discutidas por SCHUMPETER (1984), só se viabilizam se existir uma expectativa de ganho econômico associada às perspectivas formadas em torno da demanda para o novo produto ou processo fruto da inovação, cujos “sinais de mercado” dependem da intensidade da inovação (mais “incremental” ou mais “radical”) e da apropriabilidade privada dos retornos econômicos associados à inovação, convertendo-se em assimetrias no processo concorrencial. Ou dito de outra forma, o grau de apropriabilidade privada das inovações é específico a cada paradigma, inversamente proporcional à possibilidade e facilidade de imitação por parte de terceiros e condição necessária para o progresso técnico em economias capitalistas.

Estudos empíricos de LEVIN *et alii* (1984), citados por DOSI (1988a), sobre a variação significativa das condições de apropriabilidade entre indústrias e entre tecnologias, apontam como dispositivos de apropriabilidade: (a) patentes, (b) segredo industrial, (c) *lead time*, (d) custos e tempo requerido para imitação, (e) efeitos da curva de aprendizagem, (f) volume de vendas e vantagens superiores. A esses dispositivos deveria, ainda segundo DOSI, ser acrescentada a mais óbvia forma de apropriabilidade do diferencial de eficiência técnica, a relativa a economias de escala. LEVIN *et alii* encontraram, ainda, na maioria das indústrias, o *lead time* e as vantagens da curva de aprendizagem, combinados com um esforço complementar de marketing, como o principal mecanismo de retornos de apropriabilidade para inovações de produto. Curva de aprendizagem, segredo industrial e *lead time* são também os mecanismos de maior apropriabilidade para inovações de processo. As patentes surgiram como mecanismos complementares, que não parecem ser centrais, com algumas exceções, como, por exemplo, para o caso de produtos químicos e farmacêuticos.

Outras duas importantes características do progresso técnico exploradas pelos neo-schumpeterianos são a cumulatividade e o caráter tácito (e só parcialmente codificável) do conhecimento e da tecnologia. O caráter tácito constitui-se em

“um elemento irreduzível que não é informação e não pode ser comprado ou vendido, mas mais propriamente, depende do aumento de habilidades e experiências, de forma cumulativa. Em cada tecnologia existem elementos tácitos e de conhecimento específico que não são e não podem ser relatados na forma de ‘blueprint’, e não podem também, por essa razão, ser inteiramente difundidos (...)” (DOSI, 1988a:1131).

DOSI (1988a), porém, ainda salientou que isso não significa que experiências e formas de conhecimento tácito são completamente imóveis, pois pessoas podem ser contratadas por outras firmas, trazendo consigo os procedimentos aprendidos e a experiência e habilidades adquiridas em suas firmas de origem.

Já o conceito de cumulatividade, presente nos trabalhos pioneiros de DOSI (1982, 1984) e NELSON & WINTER (1982), é definido como uma característica intrínseca do progresso tecnológico. A idéia básica nesse conceito é de que a direção imprimida ao progresso técnico não é aleatória, mas condicionada por padrões previamente selecionados, entre eles, a natureza do conhecimento como bem privado. O caráter tácito e não codificável do conhecimento e da tecnologia incorporado nas pessoas e organizações e, portanto, parcialmente privado, comentado anteriormente, advém do fato de que todo o conhecimento subjacente a uma inovação é resultado da interação do conhecimento e da experiência previamente acumulados anteriormente, e de processos e mecanismos informais de aprendizagem desenvolvidos no interior das organizações, por meio das relações que se desenvolvem entre usuários/clientes/fornecedores durante o processo de difusão da inovação, não passíveis de codificação e formalização integral. Dessa maneira, a característica da cumulatividade do progresso técnico evidencia-se como uma fonte fundamental de apropriabilidade privada e, portanto, de geração e sustentação de assimetrias entre os vários agentes econômicos, ou

“mais precisamente, os avanços tecnológicos baseiam-se normalmente em algum sub-conjunto de conhecimentos publicamente disponíveis, que é compartilhado e melhorado pela comunidade de engenheiros/cientistas aplicados/projetistas etc. Contudo, nas atividades orientadas para as inovações tecnológicas, este uso compartilhado de conhecimento científico e tecnológico altamente selecionado (...) é articulado ao uso e desenvolvimento de heurísticas e capacidades específicas, com frequência parcialmente privadas.” (DOSI, 1988b:224).

As distintas capacitações incorporadas em indivíduos e organizações, fruto de acúmulo de conhecimento e de processos de aprendizado, apresentam, entretanto, uma dupla face: em função de sua especificidade e cumulatividade, ao mesmo tempo em que propiciam retornos crescentes e forte apropriabilidade privada, introduzem no sistema irreversibilidades consideráveis. Em outras palavras, esses ativos não podem ser reempregados em outras áreas de aplicação sem perda total ou parcial de seu valor. Assim, ao mesmo tempo em que essas capacitações têm elevado custo de manutenção (uma vez que a sua conservação implica a sustentação de esforços contínuos de aprendizado), apresentam baixa liquidez, além de vantagens competitivas, porque são de difícil imitação e transferibilidade; isto porque são fruto de processos complexos de aprendizado de forte conteúdo cumulativo, tácito e específico. São justamente essas características de especificidade e de cumulatividade que dão ao processo de crescimento das firmas um forte caráter *path dependence*, materializado em seus ativos e capacitações, influenciando fortemente a sua trajetória futura de expansão. Assim, a exploração das oportunidades de mercado e, principalmente, das oportunidades abertas por novos paradigmas está condicionada pela possibilidade de aproveitamento de ativos/capacitações prévios e/ou à capacidade de gerá-los a custos compatíveis com os retornos esperados. Ou seja, o comportamento e a trajetória de expansão e crescimento das firmas são condicionados pelos investimentos, capacitações e rotinas desenvolvidas no passado.

Segundo BAPTISTA (1997), as firmas (predominantemente multi-produto) apresentam uma distribuição não aleatória de atividades produtivas e a composição desse portfólio tende a manter-se relativamente estável ao longo do tempo – imprimindo fortes regularidades (ou coerência) ao processo de crescimento da firma. O fator explicativo é a presença de *path dependencies*, que adquirem características distintas em função, primordialmente, das características dos paradigmas e trajetórias, em torno das quais as atividades econômicas se articulam no que se refere a seu grau de oportunidade, cumulatividade e à natureza da base de conhecimentos envolvidos.

Em seus estudos sobre a importância da diversidade e da instabilidade microeconômica como determinantes do crescimento macroeconômico, NELSON & WINTER (1982), apontam o importante papel das rotinas comportamentais das inovações e também observam que as tecnologias seguiam “trajetórias naturais” próprias, que capacitam projetistas, engenheiros, gerentes e empreendedores, a visualizar o provável

caminho do desenvolvimento e crescimento, indicando que as inovações possuem uma lógica interna própria. Em seu trabalho anterior *"In Search of Useful Theory of Innovation"* (1977), esses autores, já haviam distinguido vários tipos de trajetórias naturais, incluindo algumas que são específicas para uma indústria ou um produto particular e algumas que são de importância geral muito mais abrangente, como a mecanização, que tem substituído os processos manuais e que é vista pelos desenhistas e projetistas como o caminho natural para a redução de custos, aumento de confiabilidade e precisão na produção, ganho de mais controle sobre as operações etc. Esses autores não tentaram diretamente relacionar essas idéias com as "ondas longas" em toda a economia, mas apontam que:

"(...) não há razão para acreditar e muitas razões para duvidar, que as trajetórias gerais mais poderosas de um período sejam as mais poderosas no próximo período. Por exemplo, parece evidente que no século XX duas trajetórias naturais que se tornaram acessíveis (e mais tarde se diversificaram), largamente empregadas, não foram disponibilizadas mais cedo: a exploração do conhecimento da eletricidade e o resultado da criação e melhoramento de componentes elétricos e, mais tarde eletrônicos, e os similares desenvolvimentos com referência às tecnologias químicas. (...) É evidente que indústrias diferem significativamente na extensão para o que elas podem explorar as predominantes trajetórias naturais gerais, e que essas diferenças influenciam a ascensão e queda de diferentes indústrias e tecnologias." (NELSON E WINTER, 1977:59-60).

NELSON & WINTER (1982) observaram, que em muitos campos, o avanço tecnológico é cumulativo, no sentido de que os avanços tecnológicos do presente tendem a derivar-se dos avanços tecnológicos do passado, sendo construídos a partir do que se tinha previamente alcançado, e aperfeiçoados em várias direções. Portanto, as trajetórias naturais provêm dos melhoramentos cumulativos, ao longo das direções particulares do avanço, e que refletem o entendimento dos tecnólogos sobre o que provavelmente pode ser alcançado, e o que os empreendedores acreditam que os clientes irão comprar.

NELSON (1998) ainda menciona que, devido ao caráter cumulativo das tecnologias, qualquer vantagem inicial, que poderia ser simplesmente uma oportunidade vislumbrada, de um competidor em relação aos outros, pode conduzir a um término da corrida competitiva muito mais abrupta. Isto é, se uma tecnologia ganha uma vantagem sobre suas competidoras, então existem fortes incentivos para a alocação de recursos na tentativa de avançar mais ainda sobre suas rivais, desde que avanços maiores fossem necessários para fazê-las competitivas. Uma vez que recursos possam ser abundantemente focalizados no líder, mais melhoramentos elas podem fazer brevemente, e mais

desenvolvimento é provido no caminho econômico, porque, na corrida tecnológica, *designs* competidores são deixados mais distantes para trás.

“(...) o processo de busca de firmas industriais visando incrementar a sua tecnologia não se verifica a partir do levantamento do estoque global de conhecimento de tecnologia antes de serem efetuadas suas escolhas tecnológicas. Dada a sua natureza altamente diferenciada, as firmas procurarão, ao contrário, incrementar e diversificar a sua tecnologia pesquisando em campos que lhes permitam usar a sua base tecnológica previamente existente e construir a partir dela. Em outras palavras, as mudanças tecnológicas e organizacionais em cada firma são, também, processos cumulativos. O que as firmas esperam realizar no futuro é condicionado fortemente pelo que ela tem sido capaz de fazer no passado. Uma vez reconhecida a cumulatividade e a natureza específica à firma da tecnologia, seu desenvolvimento, ao longo do tempo, deixa de ser aleatório, mas restrito a campos relacionados estreitamente com as atividades já existentes. Portanto, o progresso técnico geralmente prossegue através do desenvolvimento e exploração de elementos públicos do conhecimento, compartilhados por todos os agentes envolvidos em determinada atividade e de formas de conhecimento privadas, locais, parcialmente tácitas, específicas à firma e cumulativas.” (DOSI, 1988b:225-226).

A característica da cumulatividade observada nas tecnologias, segundo NELSON (1998), tende a aparecer juntamente com melhoramentos que vão se acumulando ao longo de trajetórias particulares, do nascimento até a maturidade da tecnologia. Na discussão dos aspectos cognitivos de tal dinâmica, NELSON & WINTER introduziram, então, o conceito de regime tecnológico para se referir a essa estrutura cognitiva, e ao grupo de pessoas e organizações nela envolvidos, relativa às crenças dos tecnólogos com o que é factível ou o que, no mínimo, pode ser tentado. Isto é, o potencial a ser explorado implícito no conceito de regime tecnológico focaliza a atenção de engenheiros em certas direções em que o progresso técnico é possível, definindo não somente os limites, mas também trajetórias para esses limites (NELSON & WINTER, 1977). Dessa forma, o conceito de regime tecnológico (NELSON & WINTER, 1977, 1982), cujas características básicas explicitam-se a partir das propriedades dos paradigmas e trajetórias tecnológicos, sintetiza de forma apropriada a dimensão tecno-produtiva (setorial) do ambiente de seleção das firmas.

É oportuno destacar, confrontando as idéias apresentadas e discutidas anteriormente, que NELSON & WINTER são concorrentes de DOSI, mas não necessariamente rivais. Enquanto NELSON & WINTER abordam pouco a questão da estrutura de mercado, DOSI trata das assimetrias tecnológica-produtivas no âmbito das firmas e indústrias, enfatizando a transformação da estrutura de mercado pelo progresso tecnológico e os padrões de geração do progresso tecnológico por meio da concorrência da indústria.

FREEMAN (1994) aponta que muitas pesquisas têm mostrado que um grande determinante do sucesso de uma inovação repousa em sua natureza e na intensidade da interação com os contemporâneos e futuros usuários da inovação. No caso da inovação incremental, especialmente, mas também para inovações radicais, essa interação entre os agentes tem mostrado, freqüentemente, ser um fator decisivo. O cenário que emerge dessas pesquisas é a da presença nas firmas de um contínuo aprendizado interativo. Elas aprendem mediante a própria experiência em projeto, desenvolvimento, produção e marketing, e da larga variedade de fontes externas à empresa – seus clientes, fornecedores e parceiros contratados (associados à terceirização de serviços não afins) – e de outras muitas organizações –, universidades, laboratórios governamentais e de instituições particulares, consultores e outros. Elas também aprendem com seus concorrentes por meio de contatos informais e utilizando-se de *benchmarking*.

DOSI (1988a) também chama a atenção para o fato de os laboratórios de P & D das modernas indústrias estabelecerem uma conexão dentro da firma com os departamentos de produção e marketing, tendo, com isso, uma vantagem superior em relação aos laboratórios independentes, principalmente, quando aspectos relevantes da tecnologia são específicos e tácitos, e o departamento de P & D necessita de uma maior interação com esses aspectos e, em particular, com as estratégias da firma. Porém, em muitos casos, organizações que fazem P & D não são motivadas por fins lucrativos, pois são organizações governamentais ou instituições sem fins lucrativos. Em muitos setores, há uma complexidade de organizações de P & D, algumas com orientação para a lucratividade, outras governamentais e algumas acadêmicas, fazendo diferentes coisas, mas interagindo entre si de forma sinérgica. Em particular, na medicina, agricultura e em vários outros setores, as organizações privadas, com fins lucrativos fazem a maior parte das atividades de P & D, que conduzem a produtos de mercado, mas as instituições acadêmicas desempenham um importante papel em termos de criação do conhecimento básico e dados usados nos trabalhos mais aplicados. A enormidade do conjunto de possíveis projetos envolvidos no processo de seleção da P & D, a inabilidade de fazer estimativas de custos e benefícios, e a falta de propriedades convenientes que permitam a continuidade de pesquisas sucessivas, e a origem de bons projetos independentemente dos quais a pesquisa se inicia, significam que a escolha do projeto, bem como o resultado da escolha, devem ser tratados como estocásticos (NELSON & WINTER, 1977).

Mas se, por um lado, as atividades formalizadas de P & D apresentam um forte caráter cumulativo, parte substancial deste associa-se a mecanismos informais de aprendizado, somente postos em movimento a partir do momento em que o artefato básico (produto ou processo) é produzido e/ou comercializado. Isto é, a inovação nunca é produzida de forma acabada, mas é objeto de uma série de aperfeiçoamentos somente passíveis de obtenção ao longo de seu processo de difusão. Neste sentido, ao discutir a complexidade da atividade inovativa das firmas, PAVITT (1992) identifica cinco mecanismos básicos de aprendizado: (a) *learning by studying*; (b) *learning by doing*; (c) *learning by using*; (d) *learning by failling*; e (e) *learning from competitors*. Entretanto, todos esses mecanismos apresentam duas características em comum: (a) são específicos à firma, dotados de um caráter fortemente privado; (b) o acúmulo prévio de conhecimentos e experiências não é neutro, uma vez que condiciona não só a probabilidade de empreender avanços tecnológicos subseqüentes como também a direção a estes impostas.

BAPTISTA (1997) faz um levantamento histórico sobre a origem e os conceitos desses tipos de aprendizado:

- (i) *learning by studying*: é o único passível de ocorrer previamente à difusão do produto e processo em causa. O *learning by studying* diz respeito às atividades formais de P & D, ou seja, à exploração de oportunidades potenciais e usos de tecnologias mais genéricas;
- (ii) *learning by doing*: foi proposto, inicialmente, por ARROW (1962) e refere-se ao processo de aprendizado ocorrido ao longo do tempo, no qual se ajusta o processo produtivo (e/ou o próprio projeto do produto) de forma a auferir ganhos de qualidade e/ou redução de custos por unidade produzida. Este conceito é normalmente formalizado mediante a “curva de aprendizagem”, cuja operação somente se verifica após o início da produção do bem em questão;
- (iii) *learning by using*: foi introduzido na literatura por ROSENBERG (1976,1982) e diz respeito ao processo de aprendizado decorrente do uso do produto, ou seja, aos aperfeiçoamentos e/ou extensões no âmbito dos usos possíveis a partir de *inputs* do próprio usuário. Neste sentido, também merece atenção adicional o conceito de *learning by interacting*, proposto por LUNDVALL (1988), na verdade, um desdobramento da conceituação de ROSENBERG, referido aos aperfeiçoamentos/

melhoramentos introduzidos a partir da interação entre produtores e usuários de determinado produto ou processo;

- (iv) *learning by failling*: pressupõe não só a produção como a comercialização do produto, uma vez que advém da própria experiência da firma no mercado, o que lhe permite modificar seus “projetos brutos” de forma a ajustá-los melhor aos vários segmentos de mercado a que se destinam;
- (v) *learning from competitors*: diz respeito ao processo de aprendizado obtido por meio de atividades de *reverse engineering* (tecnologia de produto), troca de informações com fornecedores de equipamentos e recursos humanos engajados em outras empresas.

1.4 Uma Taxonomia das Inovações

Qualquer taxonomia ou sistema de classificação de inovações, segundo FREEMAN & PEREZ (1986), traz muitas limitações e considerações relativamente à infinita complexidade dos processos de mudanças tecnológica e econômica reais. Essa complexidade apoia-se no fato de que é uma tarefa extremamente difícil conseguir reduzir o grande número de inovações, introduzidas em um pequeno intervalo de tempo, a algumas poucas categorias, segundo as quais, de maneira submissa, elas se sujeitariam a uma generalização e análise. Porém FREEMAN & PEREZ argumentam “*que uma taxonomia é essencial para propósitos analíticos e como ferramenta para pesquisas empíricas (Arcangeli, 1985)*”.

FREEMAN (1987) refere-se à descrição de ELSTER (1983) sobre as duas principais abordagens para a mudança tecnológica:

- a mudança tecnológica pode ser concebida como uma atividade racional e objetivamente direcionada, ou seja, como uma escolha da melhor inovação entre um conjunto de exeqüíveis mudanças;
- a mudança tecnológica pode ser vista como uma adição cumulativa de pequenas e abundantes modificações no processo produtivo.

Há, porém, uma terceira abordagem para a mudança tecnológica, apesar do reconhecimento do domínio das duas primeiras, que não surge exclusivamente a partir da

escolha racional e nem das pequenas modificações cumulativas, mas de novas combinações de inovações radicais, articulando e interagindo os principais avanços na ciência e tecnologia com inovações organizacionais e sociais. O impulso e a motivação para o desenvolvimento dessas outras combinações originaram-se a partir da persistente e crescente pressão competitiva necessária para sustentar a lucratividade e a produtividade nos níveis requeridos, e dos limites percebidos dos paradigmas estabelecidos para o crescimento.

FREEMAN & PEREZ (1986, 1990) sugerem, então, uma taxonomia que classifica as inovações em quatro categorias, extensão da classificação usada previamente no trabalho anterior de Freeman (1984): (i) inovações incrementais; (ii) inovações radicais; (iii) novos sistemas tecnológicos; (iv) mudança do paradigma técnico-econômico. Essas categorias serão discutidas a seguir.

A pesquisa empírica dos neo-schumpeterianos sobre o aspecto cumulativo da tecnologia enfatiza a grande importância das inovações incrementais tanto quanto das inovações radicais, pela multiplicidade de *inputs* para a inovação de diversas fontes, dentro e fora da firma, e das mudanças feitas nas inovações por numerosos agentes, durante o processo de difusão. Embora muitas inovações incrementais possam resultar, mais recentemente, de programas de pesquisa e desenvolvimento, elas freqüentemente ocorrem, não como resultado deliberado de atividades de pesquisa e desenvolvimento, mas, sim, como resultado de invenções e melhorias sugeridas por engenheiros e outros profissionais engajados no processo de produção, ou como resultado da iniciativa e proposições de seus usuários.

As inovações incrementais ocorrem mais ou menos continuamente, ainda que em diferentes taxas para diferentes indústrias, mas elas se referem somente às melhorias na gama de produtos e processos de produção existentes. Elas são refletidas nos índices oficiais de crescimento econômico simplesmente pelas mudanças nos coeficientes da matriz insumo-produto existente. Conquanto seus efeitos combinados sejam extremamente importantes no crescimento da produtividade, nenhuma, individualmente, tem efeito dramático. Elas são particularmente importantes no período subsequente logo após as inovações radicais e usualmente associadas com o aumento de escala das plantas e melhorias de equipamentos e qualidade, para produtos e serviços em uma variedade de aplicações específicas.

FREEMAN (1994), a respeito das inovações radicais, isto é, quando de descontinuidade de produtos ou processos, faz referência a MENSCH (1975), UTTERBACK (1979) e FREEMAN & PEREZ (1988). MENSCH define inovação radical como a que necessita de uma nova fábrica e/ou mercado para sua exploração, definição similar a de UTTERBACK. FREEMAN & PEREZ, que por sua vez, adicionam a sugestão de que, logicamente, a inovação radical necessitaria de um novo pilar e de uma nova desordem na tabela de insumo/produto. Inovações incrementais, por outro lado, necessitariam somente de novos coeficientes na tabela de produtos e serviços existentes, desde que elas se referissem somente a melhoramentos no espectro de produtos existentes.

Embora MENSCH (1975) tenha sugerido que a maior parte das inovações radicais estão concentradas nas profundas depressões, FREEMAN & PEREZ (1986) têm mantido que elas são mais distribuídas randomicamente. Elas são eventos descontínuos e têm sido o principal objeto da maior parte dos estudos de difusão, freqüentemente mostrando uma forma cíclica identificada nos modelos padrões de difusão. Novas máquinas, como a máquina-ferramenta de comando numérico, e novos produtos de consumo, como a televisão em cores, são exemplos dessas inovações. Mais recentemente, as inovações radicais, usualmente, são resultado de deliberadas e específicas atividades de pesquisa e desenvolvimento de empreendimentos de departamentos de P & D de grandes indústrias e/ou laboratórios de universidades e de governos.

FREEMAN (1994) complementa que a distinção entre inovação radical e incremental é também relevante em termos de específicas características dos setores industriais. Somente algumas firmas fazem inovações radicais e elas são aglomeradas em certas indústrias. Há muitas indústrias de serviço e algumas indústrias de manufatura que raramente fazem alguma inovação radical, e algumas que simplesmente não as fazem.

Essas inovações abrangem mudanças em tecnologia em um ou mais setores da economia, bem como possibilitam o crescimento de setores inteiramente novos. Elas são baseadas na combinação de inovações radicais e incrementais, juntamente com inovações organizacionais, afetando, geralmente mais que uma firma isoladamente ou só algumas firmas.

KEIRSTEAD (1948), em sua exposição da teoria schumpeteriana do desenvolvimento econômico, introduziu o conceito de “constelações” de inovações técnica e economicamente inter-relacionadas. Exemplos óbvios são os *clusters* de inovações dos

materiais sintéticos, de inovações na petroquímica, de inovações em equipamentos de injeção e extrusão para modelagem, e de inovações em inúmeras aplicações para sintéticos introduzidas nas décadas de 1930, 1940 e 1950 (FREEMAN, CLARK & SOETE, 1982).

ROSENBERG (1976) ressaltou que o processo de difusão de inovação não pode ser focalizado como se limitado a uma simples cópia de carbono, mas que, freqüentemente, envolve uma cadeia de inovações adicionais, grandes e pequenas, à medida que um número crescente de firmas dele participa e começa a esforçar-se para ganhar uma margem sobre seus competidores. A esse respeito, FREEMAN (1984b) reforça Rosenberg, dizendo que poderá mesmo ocorrer que uma “inovação básica”, que tenha um grande impacto em uma fase específica do movimento ascendente de um ciclo longo tenha sua origem em um ciclo de Kondratiev completamente diferente. A partir dessa perspectiva, FREEMAN (1984b:10-11) afirma que

“(...) a data de uma ‘inovação básica’ particular torna-se menos importante do que a interação de um bloco de inovações com as mudanças sociais e organizacionais, as quais permitem ao mercado crescer rapidamente, ou possibilitam a mobilização de grandes somas de capital seu investimento em novos setores (seja através do mercado de capital público ou privado). As inovações de sistemas, nesses casos, são tão importantes quanto as ‘inovações básicas’. (...) Isso explica porque atribuímos menos importância à reunião puramente estatística de inovações básicas discretas, e muito mais à sua articulação conjunta em novos sistemas tecnológicos.”

Essas são as “ventanias da destruição criativa” que estão no coração da teoria de ciclos longos de Schumpeter. A introdução da energia elétrica e das estradas de ferro são exemplos dessas profundas transformações. Uma mudança desse tipo carregaria consigo, obviamente, muitos *clusters* de inovações radicais e incrementais, com a tendência para inovações de processo mais concentradas nos últimos estágios de difusão. A vital característica desse tipo de inovação é seu efeito contagiante e infiltrante em toda a economia, isto é, ela não deve conduzir somente para a emergência de uma nova gama de produtos e serviços, mas deve também afetar todos os outros ramos da economia pela alteração da estrutura de custos dos insumos e das condições de produção e distribuição de todo o sistema.

A noção de paradigma técnico-econômico, apresentada por PEREZ (1985) em seu trabalho sobre a microeletrônica, mudança institucional e mudança estrutural mundial, primeiramente, trata o paradigma técnico-econômico como uma mudança na abordagem básica e no “senso comum” de projetistas, engenheiros e gerentes, que se difunde e afeta

quase todas as indústrias e setores da economia. Essa mudança do paradigma requer uma transformação radical dos procedimentos consensualmente reconhecidos como usuais (Engenharia e Gestão), para se adotar a prática de melhor produtividade e mais lucrativa, que é aplicável a quase todas as indústrias. Essa autora enfatiza que somente grandes e permanentes mudanças têm o poder de transformar regras de tomada de decisão e procedimentos de “senso comum” de engenheiros e gerentes. Em segundo lugar, ela argumenta que a motivação econômica para a mudança do paradigma repousa não somente na disponibilidade de *cluster* de inovações radicais, oferecendo numerosas novas aplicações potenciais, mas também na disponibilidade de um fator chave universal e de custo baixo ou na combinação de fatores. Finalmente, ela sustenta que, antes que um novo paradigma técnico-econômico possa gerar uma nova onda de crescimento econômico mundial, há um período de adaptação da estrutura sócio-institucional, correspondendo à fase de recessão e depressão dos ciclos longos de Schumpeter do desenvolvimento econômico (FREEMAN, 1994).

PEREZ (1985) destaca a flexibilidade como uma das mais importantes características no paradigma técnico-econômico baseado na microeletrônica. Segundo a análise da autora, a flexibilidade desafia a velha *best practice* da produção em massa em três aspectos centrais:

- alto volume de produtos idênticos não é mais a principal rota para a alta produtividade, que agora pode ser alcançada por um conjunto diversificado de produtos fornecidos em pequenos volumes;
- alterações nas estratégias de desenvolvimento de produto não mais seriam necessárias para redução de custos, à medida que progressos técnicos sucessivos proporcionam reduções de custos e riscos menores e expandem a capacidade de realizar mudanças na aparência e na *performance* técnica dos produtos, sem grande perda em eficiência;
- o crescimento do mercado baseado na demanda homogênea não é mais essencial, já que as novas tecnologias permitem alta lucratividade por meio do suprimento de mercados segmentados e ampliam o espaço para adaptação de produtos e sistemas de produção de acordo com as específicas necessidades e condições locais.

Como mencionado acima, o novo potencial para a diversificação da produção, proporcionado pelo paradigma baseado na microeletrônica, afeta o conceito de ótima escala da fábrica e do mercado. Ou seja, com os controles eletrônicos e o relativo baixo custo de programação de rápidas mudanças em produção, muitas das limitações para a produção de produtos não homogêneos, em médios e pequenos lotes de produção, desaparecem ou são minimizados. Portanto, com o seu *mix* de produtos ampliado – viabilizado e disponibilizado pelas novas tecnologias –, uma grande planta pode produzir para vários pequenos mercados, aplicando o que é conhecido como “economia de escopo” (PEREZ, 1985). Por outro lado, complementa a autora, também para as pequenas plantas abrem-se novas oportunidades de suprir um ou mais conjuntos de pequenos mercados locais ou específicos nichos de mercado. Isto significa que elas podem alcançar altos níveis de produtividade com “economias de especialização”, não dependendo necessariamente das economias de escala. Entretanto, o potencial de flexibilidade e adaptabilidade tem impacto variado nas diferentes indústrias e nas diferentes atividades dentro de cada indústria.

Segundo FREEMAN (1984), as características de uma revolução tecnológica genuína são:

- (1) Drástica redução dos custos de muitos produtos e serviços. Isto provê a condição essencial para a aglomeração de Schumpeter, isto é, a difusão das oportunidades percebidas para novos investimentos lucrativos.
- (2) Melhoria dramática nas características tecnológicas de muitos produtos e processos, em termos de confiabilidade, precisão, velocidade em outras características de performance.
- (3) Aceitabilidade social e política. Embora economistas e tecnólogos tendam a pensar mais em termos das duas primeiras características, esse terceiro critério é extremamente importante. Enquanto as duas primeiras vantagens são regularmente percebidas rapidamente, pode haver um atraso na aceitação social da nova tecnologia revolucionária, especialmente em áreas de aplicação distantes da introdução inicial. Mudanças legislativas, educacionais e regulatórias podem ser necessárias, bem como mudanças fundamentais nas atitudes e procedimentos de gerenciamento e de trabalho. Por essa razão, a expressão “mudança do paradigma” melhor traduz a essência desse tipo de

mudança tecnológica, em que ocorre a interação entre as características técnico-econômicas e a estrutura sócio-institucional.

- (4) Aceitabilidade ambiental. Essa característica pode ser considerada como uma parte da característica (3) acima, contudo, mais recentemente, ela tornou-se importante por sua própria prerrogativa. Ela encontrou expressão no desenvolvimento da estrutura de regulamentação da legislação de segurança, e nas normas de procedimento para a difusão de tecnologia. Particularmente, tecnologias que apresentam risco e perigo para as pessoas ou alto custo para seu controle, a elas são severamente impostas desvantagens, mesmo que tenham algumas vantagens técnicas e econômicas.
- (5) Efeitos de difusão por todo o sistema econômico. Algumas novas tecnologias têm efeitos revolucionários e são socialmente aceitas, mas estão confinadas por seu campo de aplicação a alguns setores da economia. Para uma nova tecnologia ser capaz de afetar o comportamento de todo o sistema, ela deve claramente ter efeitos nas decisões de investimentos em quase todo o lugar.

Considerando os cinco critérios expostos acima, é relativamente fácil enxergar por que a energia nuclear não pode ser qualificada com revolução tecnológica, desde que ela falha em atender a quase todos os critérios mencionados. A microeletrônica, ao contrário, satisfaz a todos eles.

PEREZ (1985,1989) e PEREZ & FREEMAN (1986) sugerem que cada revolução tecnológica tem um diferente, mas basicamente, unificado senso comum enraizado em uma forte conexão entre possibilidades tecnológicas e custos relativos, referindo-se a um perfil de custos e um comportamento esperado do conjunto completo de possíveis insumos, para a realização de lucros. Para eles, em cada novo paradigma, um particular insumo, denominado de “fator chave” do paradigma, ou conjunto de insumos, satisfaz, por um longo período de tempo, as seguintes condições:

- (1) Custo relativo baixo, claramente percebido e rapidamente decrescente.
- (2) Aparentemente com disponibilidade de oferta ilimitada. Uma falta temporária pode ocorrer no período de formação da demanda para esse novo fator chave, porém a expectativa deve ser bem clara quanto a não existência de barreiras para um enorme crescimento de longa duração do fornecimento e, portanto,

não sujeito a aumentos de preços em função de uma provável escassez, o que afetaria a condição (1). Essa é uma condição essencial para a captura da confiança de decisões de investimentos vultosos, que, em última análise, dependem dessa disponibilidade de longo prazo.

- (3) Claro potencial de aplicabilidade. O fator chave deve ser capaz de influenciar a vasta gama das atividades econômicas, apresentando potencial para ser usado ou incorporado em muitos produtos e processos, sendo ele a essência de um crescente *cluster* de inovações radicais.
- (4) Capacidade de incrementar a produtividade de todos os fatores de produção. Como consequência das outras três condições, deve ser capaz de reduzir o custo e modificar a qualidade dos produtos, equipamentos e trabalho.

O novo paradigma técnico-econômico emerge gradualmente como o novo “tipo ideal” da organização produtiva, aproveitando-se a inteiramente da vantagem do fator chave, que está se tornando mais e mais visível na estrutura de custo relativo. O período de rápido crescimento da oferta do fator chave ocorre ainda sob a dominação do velho paradigma, e o novo paradigma só será estabelecido como dominante, quando demonstrar suas vantagens e o fator-chave satisfizer as quatro condições enumeradas acima, trazendo com ele uma reestruturação do sistema produtivo inteiro. Entre outras coisas, o novo paradigma envolve (PEREZ, 1985, FREEMAN & PEREZ, 1986):

- (1) Nova *best practice* de forma de organização da firma e no nível da planta;
- (2) Novo perfil de qualificação da força de trabalho, afetando qualitativamente e quantitativamente o trabalho e os correspondentes modelos de distribuição de renda;
- (3) Novo *mix* de produção composto por produtos que fazem utilização mais intensiva dos fatores chave de baixo custo;
- (4) Nova tendência de inovações radicais e incrementais engrenadas para substituir aquelas com elementos de custo relativamente alto por inovações que priorizem o uso dos novos fatores chave de baixo custo;
- (5) Novo modelo para alocação geográfica de investimentos, nacionais e internacionais, transformando a nova estrutura de custos relativos em vantagem comparativa;

- (6) Particular onda de investimentos em infra-estrutura destinada a prover o novo paradigma de externalidades apropriadas e facilitar o uso dos novos produtos e processos em toda parte;
- (7) Tendência de concentração das grandes firmas, seja por meio de crescimento ou diversificação, nos setores da economia em que o fator chave é produzido e mais intensamente utilizado;
- (8) Oportunidade para novas pequenas firmas, inovadoras e empreendedoras, de entrarem nos novos ramos em expansão da economia, ou em alguns casos, até iniciarem um setor de produção completamente novo;
- (9) Redefinição do nível ótimo de escala, conduzindo a uma redistribuição da produção entre grandes e pequenas firmas.

A seção seguinte discute uma outra taxonomia, proposta por PAVITT (1984), em que se associam às características estruturais dos setores – do ponto de vista de seus padrões de geração de assimetrias no interior e entre indústrias e difusão de tecnologia, derivados da natureza do paradigma tecnológico em que se inserem –, diferentes padrões de dinâmica industrial, formas de concorrência dominantes, estruturas de mercado e, ainda, padrões de diversificação das firmas.

1.5 Geração e Difusão do Progresso Técnico

A questão da especificidade setorial das formas dominantes de concorrência não é nova no contexto da heterodoxia econômica, sendo o próprio conceito de barreira à entrada uma síntese das condições de concorrência de cada mercado. O que é novo a partir da contribuição dos neo-schumpeteriana é, em primeiro lugar, a dinamização do conceito barreira à entrada, que passa a ser objeto de criação e/ou destruição pela operação da concorrência schumpeteriana que se expressa, entre outros fatores, no surgimento de novos paradigmas; em segundo, a associação das várias categorias de setores industriais a distintos potenciais inovativos (BAPTISTA, 1997). Então, os setores industriais, que se articulam em torno de cada paradigma com graus distintos de oportunidade tecnológica e de apropriabilidade privada da inovação, também apresentam possibilidades e incentivos diferenciados em relação à atividade inovativa. Ou seja, existem diferenças inter-setoriais e

inter-temporais no potencial inovativo das atividades econômicas. Como sumarizado por DOSI (1988b:230)

“Sintetizando: setores e tecnologias diferem na facilidade e no escopo dos avanços tecnológicos; a variabilidade destas oportunidades tecnológicas depende da natureza de cada paradigma tecnológico, no grau em que este é capaz de se beneficiar diretamente do progresso científico e/ou de outras rupturas tecnológicas, e de sua ‘maturidade’. Por sua vez, as oportunidades específicas a cada paradigma são um determinante principal das diferenças inter-setoriais observadas nas taxas de inovação.” (DOSI, 1988b:230).

Na proposição de sua taxonomia e teoria dos modelos setoriais de mudança técnica, PAVITT (1984) atribuiu, para cada uma das inovações da base de dados utilizada em seu estudo, três atributos: (i) o setor de produção da inovação; (ii) o setor usuário da inovação; (iii) o setor da principal atividade da firma inovadora. A partir desses atributos, construiu-se uma interligação entre setores relativamente à produção e ao uso das inovações e aos modelos setoriais de “diversificação tecnológica” das firmas inovadoras. Dessa forma, de acordo com esse autor, podem-se comparar setores em termos de:

- (a) fontes setoriais de tecnologia usadas em um setor: em particular, o grau em que ela é gerada dentro do setor, ou se vem de fora por meio da compra e aquisição de equipamentos de produção e materiais.
- (b) fontes institucionais e natureza da tecnologia produzida em um setor: em particular, a distribuição do tamanho e das atividades principais das firmas inovadoras e a relativa importância das inovações de produto e de processo.
- (c) características das firmas inovadoras: em particular, seu tamanho e principal atividade.

A partir da interrelação desses elementos, PAVITT sugere quatro tipos de firmas/setores: dominados por fornecedores (*supplier dominated*), intensivos em escala (*scale intensive*), fornecedores especializados (*specialized suppliers*) e baseados em ciência (*science based*). Como exemplos de setores industriais associados a essa taxonomia, tem-se: a) dominados por fornecedores: agricultura, construção civil, serviços privados e manufaturas tradicionais; b) intensivos em escala: insumos básicos (aço, vidro etc), indústrias de montagem (bens de consumo duráveis e automobilística); c) fornecedores especializados: equipamentos/instrumentos; d) baseados em ciência: eletrônica e química. (DOSI, PAVITT & SOETE, 1990:94-95).

O Quadro 1.2 sumariza a taxonomia proposta por PAVITT, em que a unidade básica de análise é a firma inovadora. As principais atividades das firmas/setores (que geram diferentes trajetórias tecnológicas) agrupadas em quatro categorias, conforme já comentado anteriormente, são explicadas com base nas diferenças setoriais determinadas por três características: as fontes de tecnologia, a natureza das necessidades dos usuários e as possibilidades para os inovadores bem sucedidos de se apropriarem de uma suficiente proporção dos benefícios de suas atividades inovadoras para justificar seus gastos com elas. A seguir, são descritas e discutidas, baseando-se em PAVITT (1984), mais detalhadamente as quatro categorias sugeridas.

As firmas dominadas por fornecedores podem ser encontradas principalmente nos setores tradicionais de manufatura, na agricultura, construção civil, produção familiar informal e em muitos serviços profissionais, financeiros e comerciais. Elas são geralmente pequenas, e suas P & D interna e capacitações de engenharia são fracas. Elas apropriam-se menos da base da vantagem tecnológica e mais das habilidades profissionais, estética do desenho, marcas e publicidade. As trajetórias tecnológicas, por conseguinte, são definidas especialmente em termos de redução de custos.

Todavia, as firmas dominadas por fornecedores ainda fazem uma contribuição menor para suas tecnologias de processo e produto. A grande maioria das inovações vêm dos seus fornecedores de equipamentos e materiais, embora, em alguns casos, grandes clientes e pesquisas financiadas pelo governo e serviços de extensão também façam contribuição. Desse modo, em setores constituídos por firmas dominadas por fornecedores, pode-se esperar uma proporção relativamente alta de inovações de processo produzidas por outros setores, ainda que uma proporção relativamente alta de atividades inovadoras dos setores sejam direcionadas para inovações de processo.

Com o passar do tempo, firmas, em alguns dos setores dominados por fornecedores, serão envolvidas para dentro da categoria de intensivos em produção. As melhorias em transporte, o aumento do comércio, a elevação do padrão de vida e a grande concentração industrial têm contribuído para essa trajetória tecnológica de aumento da fabricação em larga escala e produção de montagem.

A capacitação tecnológica para a exploração das latentes economias de escala tem aumentado firmemente com o passar do tempo. A evolução das máquinas tem garantido progressivamente a realização de tarefas cada vez mais complexas e confiáveis, como

resultado de melhorias da qualidade dos metais e na precisão e complexidade da composição e corte dos metais, e em fontes de energia e sistemas controle. Em sistemas contínuos, o aumento de escala tem sido resultado de melhorias em materiais, instrumentos de controle e fontes de energia.

Quadro 1.2 – Trajetórias tecnológicas setoriais: determinantes, direções e características avaliadas

CATEGORIAS DA FIRMA		SETORES CENTRAIS TÍPICOS	DETERMINANTES DE TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS		
			Fontes de Tecnologia	Tipos de Usuários	Meios de Apropriação
Dominadas por Fornecedores		Agricultura; Construção Civil; Serviços Privados; Manufatura Tradicional;	<u>Fornecedores</u> (Pesquisa e extensão de serviços); (Grandes usuários)	Sensitivo ao Preço	Não-técnicos (ex.: marcas registradas, Marketing, propaganda, design estético)
Intensivas em Produção	Intensivas em Escala	Produção em massa de materiais (aço, vidro etc); Montadoras (bens de consumo duráveis e automóveis);	<u>Engenharia de Produção</u> ; Fornecedores; P & D	Sensitivo ao Preço	Segredo Industrial e Know-how, Retardamentos Tecnológicos; Patentes; Aprendizados Dinâmicos Econômicos;
	Fornecedores Especializados	Máquinas / Equipamentos; Instrumentação;	<u>Design e Desenvolvimento</u> ; Usuários;	Sensitivo à Performance	Know-how em Design; Conhecimento dos usuários; Patentes;
Baseadas em Ciência		Eletrônicos / Elétricos; Produtos Químicos	P & D; Ciência Pública; Engenharia de Produção;	Misto	Know-how em P & D; Patentes; Segredo Industrial e de know-how; Aprendizados Dinâmicos Econômicos

Continuação do Quadro 1.2

CATEGORIAS DA FIRMA		TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS			FONTE TECNOLOGIA PROCESSO
			Balanço Relativo Entre inovação de Produto e Processo	Tamanho Relativo da Firma Inovadora	Intensidade e Direção da Diversificação Tecnológica	
Dominadas por Fornecedores		Redução de Custos	Processo	Pequena	Vertical Baixa	Fornecedor
Intensivas em Produção	Intensivas em Escala	Redução de Custos; (Design do Produto)	Processo	Grande	Vertical Alta	Internos
	Fornecedores Especializados	Design do Produto	Produto	Pequena	Concêntrica Baixa	Internos e Clientes
Baseadas em Ciência		Misto	Misto	Grande	Vertical Baixa; Concêntrica Alta	Internos e Fornecedores

Fonte: PAVITT, 1984.

As pressões econômicas e incentivos para a exploração das economias de escala são particularmente fortes nas firmas que produzem para duas classes de usuários sensíveis ao preço: primeiro, aqueles que produzem materiais padrão; segundo, aqueles que produzem bens de consumo duráveis e automóveis. Considerando-se a complexidade e interdependência dos sistemas de produção envolvidos nas economias de escala, os custos das falhas, por menores que elas sejam e em qualquer parte que ocorram, são muito significativos. Para tanto, como finalidade de *troubleshooting*, grupos treinados e especialistas, para engenharia de produção e engenharia de processo, são estabelecidos. De acordo com ROSENBERG (1976), esses grupos desenvolveram a capacidade de identificar desequilíbrios e gargalos, que, se corrigidos, proporcionam aumento de produtividade. Eventualmente, esses grupos também são capazes de especificar e projetar novos equipamentos de produção que possam aumentar ainda mais a produtividade. Por essa razão, uma importante fonte de tecnologia de processo dentro das firmas intensivas em escala são os departamentos de Engenharia de Produção.

Outra importante fonte de inovações de processo nas firmas intensivas em escala são as relativamente pequenas firmas, que fornecem equipamentos e instrumentação, isto é,

os fornecedores especializados, com as quais elas mantêm um estreito e complementar relacionamento de cooperação. Grandes firmas usuárias colaboram com sua experiência operacional, realizam testes e avaliações de performance das modificações em desenhos e projetos em partes dos equipamentos, contribuindo com sugestões, e ainda desenvolvem recursos para seus fornecedores especializados. Os fornecedores especializados, por sua vez, provêem seus grandes clientes com conhecimento e experiência resultantes da construção e *know how* em *design* para uma grande variedade de usuários, habitualmente, espalhados por toda a indústria.

Conforme PAVITT (1984), o caminho pelo qual as firmas inovadoras apropriam-se da vantagem tecnológica varia consideravelmente entre as intensivas em escala e os fornecedores especializados. Para as firmas intensivas em escala, particulares invenções não têm grande significância. As condutas tecnológicas são refletidas em capacidade de projetar, construir e operacionalizar processos contínuos de larga escala, ou de projetar e integrar sistemas de montagem em larga escala para obter um produto final. Essas condutas tecnológicas são mantidas por meio de *know how* e segredo industrial sobre as inovações de processo, e dificultando-se possíveis imitações, bem como, adotando-se proteção por meio de patentes. Já para fornecedores especializados, segredo industrial e *know how* de processo não estão disponíveis na mesma extensão como meios de apropriabilidade tecnológica. O sucesso tecnológico depende de considerável grau de habilidades específicas da firma refletido na melhoria contínua de *design* e confiabilidade de produtos, e na habilidade de responder rapidamente às necessidades dos usuários.

Firmas baseadas em ciência são encontradas nos setores químico e elétrico/eletrônico. Em ambos, as principais fontes de tecnologia são as atividades de P & D nesses setores, baseadas no rápido desenvolvimento da ciência básica nas universidades e em outras partes.

Como FREEMAN, CLARK & SOETE (1982) têm mostrado, o desenvolvimento das sucessivas ondas de produtos depende do desenvolvimento prévio de relevante ciência básica: em particular, da química sintética e bioquímica para a indústria química; e do eletromagnetismo, ondas de rádios e física do estado sólido para a indústria elétrica/eletrônica. A química sintética tem sido capaz de desenvolver uma ampla variação de produtos, com aproveitáveis características estrutural, mecânica, elétrica, química ou biológica, abrangendo desde um grande volume de materiais substitutos para madeira, aço

e materiais têxteis, até a química e biologia, especializadas e dispendiosas, em que a bioquímica está possibilitando a extensão dessas habilidades técnicas para dentro dos processos e produtos biológicos. Avanços no eletromagnetismo, ondas de rádio e física do estados sólido têm possibilitado produtos e aplicações relativas à disponibilidade de eletricidade, comunicações e processamento, armazenamento e recuperação de informações, a baixo custo, de forma descentralizada e confiável. Aplicações em eletricidade variam de enormes transformadores para pequenos motores dentro de sistemas mecânicos, em comunicações, de dispendiosos sistemas de rastreamento por radar e satélite para baratos transistores de rádio, e em informação, de enormes computadores para relógios eletrônicos.

Considerado o grau de sofisticação técnica das tecnologias e ciência básica, tem sido muito difícil a entrada das firmas situadas fora desses setores de tecnologia de ponta. O rico espectro de aplicações tem significado também uma larga variação na ênfase relativa na produção e tecnologia de processo dentro de cada setor, refletindo em diferença de *trade-off* entre custo e performance para bens de consumo, materiais padrão e aplicações profissionais especializadas.

De acordo com DOSI (1982), de modo particular, a rápida taxa e a forma da mudança técnica em componentes eletrônicos envolveu uma “mudança de paradigma”. Novas firmas têm sido capazes de entrar na indústria eletrônica e de crescer rapidamente pela agressiva inovação de produto aliada à exploração da dinâmica abrupta das economias de escala. Finalmente, o Quadro 1.3 associa os quatros setores, segundo a taxonomia proposta por PAVITT, com as três características das inovações, discutidas na seção 1.3, isto é, oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade.

Quadro 1.3 – Taxonomia de Pavitt x características das inovações

Setores	Oportunidade	Cumulatividade	Apropriabilidade
Dominados por Fornecedores	Baixa	Alta	Baixa
Intensivos em Escala	Alta	Alta	Alta
Fornecedores Especializados	Alta	Alta	Alta
Baseados em Ciência	Alta	Alta	Alta

Fonte: Elaboração própria, adaptado de PAVITT (1984) e DOSI (1990).

Conclusões

A inovação tecnológica é a fonte básica, seja da expansão e do dinamismo do sistema econômico, seja da geração e sustentação de assimetrias entre empresas, vale dizer, de diferenças de competitividade, que se expressam na obtenção de maiores margens de lucro e/ou *market shares*. A competitividade associa-se, assim, à posse de vantagens absolutas de custo e/o qualidade, cuja fonte básica são processos complexos de aprendizado tecnológico.

A tecnologia é fruto da interação entre o desenvolvimento econômico e social, não apresentando uma lógica interna autônoma, que dite inevitavelmente sua evolução ou uso. De outro lado, é necessário evidenciar a impossibilidade de prever o comportamento dos agentes individuais que, embora independentes, interagem, ao longo do tempo, em relações de interdependência mútua, característica que perpassa não apenas o exercício da função empreendedora do empresário schumpeteriano, mas também o exercício de sua função gerencial (BAPTISTA, 1997). Esta interdependência mútua entre os agentes econômicos, ao gerar externalidades, confere ao próprio ambiente econômico, no qual as firmas tomam suas decisões e elaboram suas estratégias, um caráter inerentemente incerto.

O processo inovativo, dessa forma, vincula intrinsecamente a incerteza na atividade de pesquisa e a solução de problemas baseado em várias combinações de conhecimento público e privado (no âmbito do indivíduo e da firma), princípios científicos gerais e experiência idiossincrática, procedimentos bem articulados e competências tácitas. Cada paradigma implica diferentes oportunidades para inovação, definida em termos (1) da facilidade com que o avanços tecnológicos podem ser alcançados; (2) diferentes possibilidades para o inovador apropriar-se dos benefícios econômicos em termos de lucros, *market share* etc; (3) diferentes graus de cumulatividade dos avanços tecnológicos em termos do dinamismo dos retornos dos esforços inovativos e probabilidades autocorrelatas de sucesso inovativo, no nível de uma firma particular ou indústria (DOSI, 1990).

As distintas capacitações incorporadas em indivíduos e organizações, fruto do acúmulo de conhecimento e de processos de aprendizado e cumulatividade, ao mesmo tempo em que propiciam retornos crescentes e forte apropriabilidade privada, introduzem no sistema irreversibilidades consideráveis.

A observância de cumulatividade nos processos de desenvolvimento tecnológico implica, assim, a ocorrência de importantes rigidezes, principalmente porque o perfil das atividades econômicas desenvolvidas no passado orienta o tipo de capacitações previamente acumuladas ou, em outras palavras, a orientação dada aos processos específicos de aprendizado. Portanto, é no interior da firma que se criam, conservam e ampliam distintas capacitações. Resultantes de processos complexos de aprendizado, são estas últimas que sustentam a geração e a conservação de assimetrias e, assim, de diferenciais de competitividade. Desta forma, o que os agentes econômicos buscam é adequar os meios de que dispõem, ou seja, o conjunto de suas capacitações a seus objetivos e metas, envolvendo desde as expectativas relativas à direção e ritmo do progresso técnico até aquelas atinentes ao comportamento das empresas rivais. Este processo de adequação de meios a metas, marcado por sua complexidade e cercado de incerteza, consubstancia-se na formulação de estratégias de longo prazo que tendem inevitavelmente à diversidade.

CAPÍTULO 2

INOVAÇÕES E ADEQUAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO E DOS PERFIS OCUPACIONAIS AOS REQUERIMENTOS DA PRODUÇÃO

No final da década de 1970, o acirramento da concorrência nos diversos mercados industriais sinalizava a emergência de ciclos de inovação cada vez mais curtos. O aumento da incerteza manifestado durante as crises e a impossibilidade de reverter boa parte das decisões tomadas apontavam para uma situação de risco econômico a ser enfrentada pelas firmas. A situação de instabilidade econômica exigia das empresas um processo de reorganização produtiva capaz de viabilizar, ao menos, a própria sobrevivência. O processo de reorganização das empresas nos países industrializados conduziu-se pela tríade “flexibilidade-competitividade-qualidade”. Os fatores macroeconômicos determinantes do processo de racionalização industrial foram as políticas de abertura econômica, a estagnação, ou o baixo crescimento da maioria dos mercados de bens industrializados, e o elevado custo do dinheiro.

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma análise das principais características e tendências do processo de reestruturação produtiva, a partir dos anos 1980, e examinar seus impactos sobre a disseminação de novas formas de organização da produção e dos novos perfis de qualificação. Tendo em vista a complexidade desse tema, o cerne deste capítulo é levantar as principais tendências das novas práticas produtivas adotadas pelo setor industrial, assim como apontar e apreender a configuração dos novos requisitos da qualificação profissional, que passaram a ser valorizados nesse novo contexto.

As decisões das empresas voltadas para a racionalização produtiva romperam certas tendências que haviam marcado os seus movimentos de crescimento e internacionalização durante as décadas de 1960-70. De fato, durante essas décadas, as empresas beneficiaram-se de um substancial aumento de produtividade, em grande medida, derivado de economias de escala. O desenvolvimento tecnológico teve papel importante no acirramento das rivalidades competitivas, ao “borrar” as fronteiras entre mercados e, também, ao reduzir as

barreiras à entrada, possibilitadas pelas economias de escala e mesmo de escopo (cf. OCDE, 1992, citado por DEDECCA, 1997).

Segundo LEITE (1995), pode-se admitir que, até meados dos anos 1980, o processo de inovação tecnológica na indústria tinha enfoque bastante limitado, em que “inovar” era praticamente sinônimo de trocar máquinas e equipamentos, substituindo-se os meios de produção de base eletromecânica por outros similares, de base microeletrônica. Porém, nos últimos anos, *“as empresas revelam preocupação crescente com a chamada modernização ‘sistêmica’, buscando a integração entre mudanças na base técnica, na organização e o processo de trabalho.”* (LEITE, 1995:162). Ainda, de acordo com a autora, as maiores exigências de qualificação dos trabalhadores justificam-se pela necessidade de garantir melhor desempenho e maior segurança, tendo em vista a complexidade, o alto custo e a relativa fragilidade dos novos equipamentos/sistemas.

As decisões sobre a gestão produtiva e das relações de trabalho implicam, assim, a incorporação de mudanças tecnológicas e novos métodos organizacionais. Portanto, focaliza-se uma nova estratégia, que revitaliza a importância de novos equipamentos informatizados, trabalhando uma visão mais abrangente de modernização, pela qual a utilização desses equipamentos passa a ser articulada pela introdução de novos métodos organizacionais, em especial, de novas formas de organização da produção. Esse processo de reestruturação, em um ambiente econômico fortemente incerto e mutável, tem atingido diretamente as relações internas e externas das empresas.

Este capítulo discute as características e tendências do processo de reestruturação produtiva, dividindo-se em cinco seções. A primeira procura apreender a essência e os princípios do taylorismo, fordismo e toyotismo, ao passo que a segunda expõe as principais questões do debate da transferibilidade do modelo japonês para as empresas brasileiras, com seus métodos pouco convencionais de gestão da produção. As principais linhas de interpretação dos impactos das inovações tecnológicas sobre o nível de qualificação profissional são expostas na seção 2.3, a partir de uma revisão da literatura sobre os efeitos da automação de base microeletrônica. Já a seção 2.4 procura analisar a evolução recente das novas práticas produtivas adotadas pelas empresas, associando-as às transformações necessárias da qualificação profissional. O foco desta seção é fazer uma revisão bibliográfica sobre a maneira como a literatura corrente expõe os impactos da reestruturação produtiva sobre a organização da produção e do processo de trabalho,

devido às profundas mudanças ocorridas na forma de produzir. Finalmente, a última seção concentra-se na discussão dos conceitos e dimensões da flexibilidade e integração no âmbito da indústria, as duas características mais marcantes da nova engenharia produtiva (CORIAT, 1988).

2.1 A Trajetória do Taylorismo ao Toyotismo

O taylorismo, ou “administração científica do trabalho”, surgiu na passagem do século XIX para o século XX, nos Estados Unidos, período em que se consolidou um padrão de acumulação capitalista sustentado no industrialismo e na atuação monopolista dos capitais. Período em que o conhecimento científico tornou-se cada vez mais decisivo para desenvolver as diversas áreas da produção industrial. Esse é o tempo em que os homens que vivem do trabalho precisam ser transformados “cientificamente”, a fim de que possam cumprir um papel-chave na base técnica e mecânica da produção industrial.

Segundo TAYLOR (1953), o objetivo da administração deve ser o de assegurar o máximo de prosperidade ao empregador, acompanhada da máxima prosperidade do empregado. O “máximo de prosperidade” somente pode existir como resultado do máximo de produção, sendo condição necessária para a que a prosperidade do negócio seja permanente, e ela só pode ser alcançada mediante o aproveitamento das aptidões dos homens de modo mais eficiente, habilitando-os a desempenhar os trabalhos mais elevados. A “máxima produção”, por sua vez, é atingida quando cada máquina e cada homem alcançam o mais alto grau de eficiência e oferecem o maior rendimento possível.

“(...) o objetivo mais importante de ambos, trabalhador e administração, deve ser a formação e aperfeiçoamento do pessoal da empresa, de modo que os homens possam executar em ritmo mais rápido e com maior eficiência, os tipos mais elevados de trabalho, de acordo com suas aptidões naturais.” (TAYLOR, 1953:17).

A questão central, que está na essência da proposição de Taylor, é acabar com a autonomia e a iniciativa operária, o que, para ele, é condição *sine qua non* para a eficiência do trabalho. Defende, assim, o fim dessa autonomia, o rompimento com essa dependência por parte da administração e a transferência de todos os conhecimentos sobre o trabalho para a gerência (separação entre concepção e execução). Mas, ao mesmo tempo em que se cria essa separação entre o trabalho prescrito e o trabalho real, este último exige uma

constante mobilização da inteligência, do saber e da iniciativa do operário, contraditoriamente, incentivados pelo capital, para que possam ser utilizados e apropriados pela gerência, na prescrição do trabalho.

"Sob o sistema antigo de administração, o bom êxito depende quase que inteiramente de obter a "iniciativa" do operário, e raramente esta iniciativa é alcançada. Na administração científica, a iniciativa do trabalhador (que é seu esforço, sua boa vontade, seu engenho) obtém-se com absoluta uniformidade e em grau muito maior, do que é possível sob o antigo sistema; e em acréscimo a esta vantagem referente ao homem, os gerentes assumem novos encargos e responsabilidades, jamais imaginados no passado." (TAYLOR, 1953:37-38).

TAYLOR (1953) enfatiza a importância da idéia de tarefa como o mais importante elemento da administração científica. A direção planeja minuciosamente cada tarefa específica a ser realizada pelo operário, descrevendo detalhadamente todos os seus passos, especificando o que e como deve fazer, e determinando o tempo necessário para a sua execução. Assim, a administração científica, que consiste, em grande parte, em preparar e fazer executar essas tarefas, pode ser aplicada a todo tipo de trabalho, do mais simples ao mais complexo, produzindo resultados significativamente superiores aos que seriam obtidos sem a sua aplicação.

A filosofia da administração científica é atribuir à direção a solução dos problemas que antes ficavam a cargo dos trabalhadores individualmente, substituindo os conhecimentos tradicionais e empíricos pelo desenvolvimento de uma ciência, particularmente, quando o trabalho é complexo por natureza. O desenvolvimento de tal ciência requer um minucioso estudo e análise científica das leis que regem cada trabalho, no intuito de determinar o melhor processo, dentre todas as possibilidades que existem, assim como os instrumentos mais adequados e eficientes para cada espécie de trabalho.

TAYLOR salienta, como um dos princípios básicos da administração científica, a necessidade do estudo do tempo e movimento na execução das tarefas. Os objetivos de tal estudo são, na verdade, como conhecer profundamente todas as operações, com os respectivos tempos despendidos na execução, e os movimentos executados pelo trabalhador, mantendo e aperfeiçoando os movimentos úteis e eliminando os desnecessários. Como fator resultante de todo esse processo, realizar a padronização dos procedimentos operacionais da produção. Segundo, estabelece um sistema salarial integralmente voltado para a motivação individual de aumento da velocidade do trabalho.

De fato, a administração científica propõe que o salário seja individual, e que se devem utilizar outros artifícios, como gratificação e prêmio, exclusivamente para os que conseguirem cumprir as tarefas no tempo previamente estabelecido (TAYLOR, 1953). Terceiro, demonstra, para o seu método, a importância que tem a figura do supervisor na ampliação do rendimento, que executa as funções de orientação, acompanhamento e correção, e também de coerção, se for necessário (ARRUDA, 1997).

Na verdade, o taylorismo é um método de organização científica do trabalho, que, por meio de uma racionalização da produção pela eliminação de tempos gastos desnecessariamente e supressão de movimentos supérfluos, busca um aperfeiçoamento da divisão do trabalho no interior da fábrica. Portanto, o taylorismo viabiliza tanto a ampliação da produtividade como o aperfeiçoamento do controle do trabalhador pela classe dominante (RAGO & MOREIRA, 1987). Segundo TAYLOR (1953:27),

“(...) A notável economia de tempo e o conseqüente acréscimo de rendimento, possíveis de obter pela eliminação de movimentos desnecessários e substituição de movimentos lentos e ineficientes por movimentos rápidos em todos os ofícios, só poderão ser apreciados de modo completo depois que forem observadas as vantagens que decorrem de um perfeito estudo do tempo e movimento, feito por pessoa competente.

Para abreviar: ocorre que os nossos operários em todos os ofícios têm aprendido o modo de executar o trabalho por meio da observação dos companheiros vizinhos. Assim, há diferentes maneiras em uso para fazer a mesma coisa; (...) e, por esta mesma razão, há grande variedade de instrumentos, usados em cada espécie de trabalho.

Ora, entre os vários métodos e instrumentos utilizados em cada operação, há sempre método mais rápido e instrumento melhor que os demais. Estes métodos e instrumentos melhores podem ser encontrados bem como aperfeiçoados na análise científica de todos aqueles em uso, juntamente com acurado e minucioso estudo do tempo. Isto acarreta gradual substituição dos métodos empíricos pelos científicos, em todas as artes mecânicas.”

Para CORIAT (1976, citado por MORAES NETO, 1991:44), a chave da gerência científica é que “seu programa se define pela análise do obstáculo que vence: trata-se nada menos que de expropriar aos trabalhadores seu saber, senão também de confiscar este saber recolhido e sistematizado – em benefício exclusivo do capital (...)”. Ademais disso, “(...) não se trata somente de expropriar aos trabalhadores seu saber, senão também de confiscar este saber recolhido e sistematizado – em benefício exclusivo do capital (...)”. Dessa forma, “o que aqui se instaura maciçamente é a separação entre trabalho de concepção e execução, um dos momentos-chaves da separação entre trabalho manual e intelectual”.

Caracteriza-se o taylorismo, portanto, como uma forma de controle total e irrestrito do trabalho pelo capital, com o objetivo de elevar a produtividade do trabalho, sobre processos de trabalho nos quais o capital depende da habilidade do trabalhador. Esse controle é exercido por meio da análise de todos os tempos e movimentos do trabalhador, ou seja, de todos os passos do trabalho vivo. Assim, busca-se, com a aplicação desse modelo, um conhecimento minucioso das tarefas e uma seleção e adestramento rigorosos, com o intuito de adequar o homem à forma mais racional de realizar o trabalho (ARRUDA, 1997).

No período entre as duas guerras mundiais, o crescimento do *cluster* de novas tecnologias originou-se de um número limitado de ramos da manufatura, estabelecidos e a surgir, como a indústria automobilística e a indústria petroquímica. As inovações conectadas com essas novas tecnologias conduziram a não só mudanças radicais na estrutura da indústria, métodos de produção e organização do trabalho, mas também a novos produtos, para os quais novos mercados tiveram de ser criados. No final dos anos 1940, o crescimento do mercado constituído pela classe trabalhadora tornou-se crucial para a expansão do que se denominou de fordismo, porque esse segmento de mercado era o mais importante consumidor dos bens de consumo de massa, especialmente, os bens de consumo duráveis (ROOBEEK, 1987). Portanto, essa autora considera que uma das mais importantes características do fordismo como sendo a equiparação entre o desenvolvimento da produção e do consumo.

ROOBEEK aponta que o fordismo, mais do que uma forma de organização do trabalho baseado na linha de montagem, envolve também a universalização dos produtos de massa como meios de consumo e a homogeneização desse consumo e a socialização das normas desse consumo para um número maior de classes de trabalhadores como resultado do aumento dos salários por meio de negociações coletivas e extensão das facilidades do crediário (BLACKBURN, GREEN & LIFF, 1982, citado por ROOBEEK, 1987).

O fordismo, como novo padrão de gestão do trabalho e da sociedade, sintetizou as novas condições históricas, constituídas pelas mudanças tecnológicas, pelo novo modelo de industrialização, caracterizado pela produção em massa, pelo consumo de massa (o que coloca a necessidade de um novo padrão de renda para garantir a ampliação do mercado), pela integração e inclusão dos trabalhadores, inclusão sustentada, essencialmente, na nova forma de remuneração e de benefícios.

“Há que insistir no caráter inovador do fordismo frente ao taylorismo, fordismo que ainda hoje caracteriza o processo de trabalho. Como assinala B. Coriat, se bem Ford retome o essencial do taylorismo (separação das tarefas de concepção e execução, divisão e subdivisão das tarefas, adjudicação de um tempo a cada gesto), o supera ao introduzir dois princípios essenciais:

- 1. a introdução de meios de abastecimento (transportadoras) que se concretizam na ‘linha’;*
- 2. um novo modo de gestão da força de trabalho.” (PALLOIX, s.d., citado por MORAES NETO, 1991:35).*

O fordismo, assim, pelo seu lado operacional, trata de fixar o trabalhador num determinado posto de trabalho, com as ferramentas especializadas para a execução dos diferentes tipos de trabalho, e transportar, através da esteira, o objeto de trabalho em suas diferentes etapas de acabamento, até sua conformação como mercadoria. De acordo com relato de FORD (1926:108),

“(…) O aumento rápido e a pressa de produção obrigou-nos a pensar em novos métodos de trabalho, para que um operário não estorvasse o outro. Um trabalhador gastava muito tempo sem proveito, só com o transporte das peças e das ferramentas de um lugar para outro, sem que recebesse um bom salário, porque até hoje os passeios não merecem um salário elevado. O primeiro passo para o aperfeiçoamento da montagem constituiu em que, ao em vez de recebermos as peças das mãos dos operários, fizemos que elas lhes chegassem às mãos dos operários. Hoje, em todos os trabalhos, temos sempre em vista os seguintes princípios: 1.º sempre que for possível o trabalhador não dará um passo supérfluo; 2.º não permitir, em caso algum, que ele se canse inutilmente, com movimentos à direita ou à esquerda, sem proveito algum.” (FORD, 1926:108).

Nesse sentido, o primeiro passo de Ford, para o aperfeiçoamento da linha de montagem, foi trazer o trabalho ao operário em vez de levar o operário ao trabalho, gerando os princípios da linha de montagem:

- 1) Trabalhadores e ferramentas devem ser dispostos na ordem natural da operação, de modo que cada componente tenha a menor distância possível a percorrer da primeira à última fase;
- 2) Empregar planos inclinados ou aparelhos concebidos de modo que o operário sempre ponha no mesmo lugar a peça que terminou de trabalhar, indo ela à mão do operário imediato por força do seu próprio peso, sempre que isto for possível;
- 3) Usar uma rede de deslizadeiras por meio das quais as peças a montar distribuam-se a distâncias convenientes.

Assim, com o uso dessas normas, tem-se como resultado prático a redução dos movimentos de cada operário, que, na medida do possível, deve sempre realizar os mesmos movimentos na execução de uma tarefa específica, em uma sequência pré-definida. Dessa forma, houve uma redução da complexidade dos processos, com a decomposição do trabalho complexo em vários trabalhos simples e, conseqüentemente, uma elevação do rendimento do trabalho do operário.

“Em épocas anteriores, quando todo o serviço estava a cargo de um só homem, este operário conseguia fazer, num dia de nove horas, 35 a 40 magnetos, precisando 20 minutos para aprontar uma peça. O seu trabalho foi depois dividido em 29 operações distintas, e necessitava então só de 19 minutos e 10 segundos para terminar peça. Em 1914, elevamos o nível do plano movediço de mais 20 cm, e o tempo foi reduzido a 7 minutos; continuando nas modificações, chegamos a diminuir o tempo para 5 minutos. Resumidamente, podemos dizer que, hoje, um operário é capaz, ajudado pela experiência científica, de trabalhar quatro vezes mais que antes. A montagem do motor, que se confiava antigamente a uma só pessoa, hoje está dividida em 28 operações diversas e os operários revelam um rendimento três vezes maior.” (FORD, 1926:110).

FORD (1926) aplicou o mesmo método à montagem do chassis. Quando a montagem era toda fixa, o tempo mínimo de montagem que se conseguia era de 12 horas e 8 minutos. Após a reorganização de todo o método de produção, com a introdução dos planos de transporte com acionamento mecânico e calculando-se o tempo necessário para cada operação (45 operações diversas na montagem), resultando em uma montagem do chassis em séries, o tempo de montagem reduziu-se para 1 hora e 33 minutos. É fundamental, segundo MORAES NETO (1991), que o fordismo, como processo de trabalho organizado a partir da linha de montagem, deve ser entendido como desenvolvimento da proposta taylorista, no sentido de que se busca o auxílio dos elementos objetivos do processo (trabalho morto), no caso da esteira, para objetivar o elemento subjetivo (trabalho vivo):

“Trata-se (o sistema de Taylor), ademais, de um sistema aberto, como demonstrará Ford alguns anos mais tarde introduzindo outros elementos. Neste sentido, o taylorismo não é – como equivocadamente se tem pretendido – um catálogo de receitas e de técnicas. Por estar baseado em princípios que permitem a ordenação e combinação dos elementos, poderá, transformando-se e desenvolvendo-se (cf. introdução da linha de montagem no automóvel), conservar como sistema características constantes, quaisquer que sejam as modificações que sua aplicação a tal ou qual indústria lhe produza.” (Coriat, 1976, citado por MORAES NETO, 1991:35-36).

O fordismo, em sua proposta de intensificação do trabalho parcelar, defende a especialização acrescida de maior velocidade do trabalho, uma vez que, com o princípio de

levar o trabalho ao operário e nunca o seu contrário, proporciona-se uma eliminação exacerbada dos tempos mortos (ARRUDA, 1997). Além da brutal intensificação do trabalho manual feita por Ford, na procura do limite da potencialidade produtiva do trabalho parcelado, pela sua solução para o problema de abastecimento dos homens para trabalho por meio da esteira, tem-se outra consequência direta da decomposição do trabalho complexo: a exigência quanto à qualificação do trabalhador. Sobre esse ponto, FORD (1926) esclarece:

“Quanto ao tempo preciso para a aprendizagem nas diversas espécies de trabalho, as normas são as seguintes. Uns 43% de todos os serviços não requerem mais que um dia de aprendizagem; 36% requerem de um até oito dias; 6%, de uma a duas semanas; 14% de um mês a um ano; 1%, de um a seis anos. Este último trabalho é a fabricação dos instrumentos que como a soldadura requerem uma aprendizagem especial.” (FORD, 1926:148).

No que tange ao debate sobre a transferibilidade do modelo japonês, segundo DRUCK (1999), possui uma diversidade muito grande de estudo de casos, pesquisas empíricas nas mais diferentes regiões do mundo, pelas quais se problematiza o surgimento ou não de um novo paradigma que rompa com os princípios fundamentais do fordismo. Na imensa maioria desses estudos, toma-se como referência o sistema de gestão e organização da produção e do trabalho criado pela Toyota, daí, a denominação de “toyotismo”, também denominado de “ohnismo” em referência à Ohno (engenheiro-chefe da Toyota), seu fundador. Então, assim como o fordismo, criado por Ford, compreendido como uma forma de gestão e organização do trabalho baseada nos princípios tayloristas e na linha de montagem (esteira rolante), tem-se o toyotismo, criado pela Toyota.

Já no final dos anos 1980, CORIAT (1988) destaca as mudanças nos padrões de competitividade e no padrão de consumo, refletindo em mudança do perfil da demanda, que se torna “instável, volátil e diferenciada”, exigindo maior flexibilidade na produção para atender às rápidas mudanças do mercado. Tais transformações, no nível da demanda, são determinadas, em grande medida, pela complexidade e fragmentação do mercado de trabalho. A rigidez do padrão fordista, de organização do trabalho e da produção, e sua produção em série não respondem mais às novas exigências de um mercado diferenciado em constante mudança e que, portanto, impõe uma urgente flexibilidade na produção.

Segundo CORIAT (1994), tanto a continuidade como a diferença em relação aos predecessores de Ohno, os norte-americanos Taylor e Ford, são explicitadas pelo próprio Ohno, por exemplo, quando ele caracteriza o método norte-americano “(...) como o método

de redução de custos para a produção de carros em quantidades constantemente crescentes e numa variedade cada vez mais restrita de modelos (...) para opor a ele, termo a termo, o método desenvolvido em Toyota e que consiste em: *“(...) fabricar a bom preço pequenas séries de numerosos modelos diferentes (...).”* (OHNO, 1978:14-15).

“O sistema Toyota teve sua origem na necessidade particular em que encontrava o Japão de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos; em seguida evoluiu para tornar-se um verdadeiro sistema de produção. Dada sua origem, este sistema é particularmente bom na diversificação. Enquanto o sistema clássico de produção de massa planificado é relativamente refratário à mudança, o sistema Toyota, ao contrário, revela-se muito plástico; ele adapta-se bem às condições de diversificação mais difíceis. É porque ele foi concebido para isso.” (OHNO, 1978:49).

Assim, a essência do sistema – determinada por sua “intenção” fundadora – é apresentada por Ohno como consistindo na concepção de um sistema adaptado à produção em séries restritas de produtos diferenciados e variados. É assim que um novo padrão de gestão e organização do trabalho se estabelece: um paradigma que rompe com a produção de produtos padronizados e, em grande escala, que se descentraliza com a produção em pequenos lotes, que se flexibiliza por meio da automação e do uso de diferentes modalidades de contrato de trabalho, que exige um novo patamar de qualidade e produtividade.

As novas bases de produtividade no Japão foram obtidas internamente, já que não era possível a produtividade extensiva – por meio da produção em série e das economias de escala. Isto exigiu colocar a fábrica sob tensão, utilizando o método *just in time*, produzindo na quantidade certa (respondendo às rápidas variações de demanda) e no momento certo (reduzindo drasticamente os estoques e só produzindo o que o mercado solicitasse). Mais uma vez, comparando o ohnismo com o fordismo, há uma substituição dos “tempos alocados ou impostos” (pelo planejamento da produção) por tarefas múltiplas agradáveis, em padrões (de tempo e de trabalho) flexíveis, o que CORIAT (1993) denomina de “tempos partilhados”. Embora o autor reconheça que o próprio Ohno afirma ser o seu método baseado nos “protocolos taylorizados de medidas de tempos e movimentos” e em “padrões de operação”, considera que há ruptura do taylorismo, pois esses padrões são “reagregados” com base na flexibilidade e variedade, e não na repetitividade e produção padronizada. Ao mesmo tempo, como no fordismo, essa nova escola também busca a economia de material e redução de desperdício.

“(...) ele encontrou uma fórmula para a produção em série, mas de produtos diferenciados e variados, enquanto Ford se concentrava na produção, ao mais baixo custo possível, de séries muito grandes de produtos em grande parte idênticos. (...) Assim, resumindo, de um ponto de vista teórico, Ohno insiste fortemente sobre o fato de que o fordismo é a técnica adaptada de economia dos custos de fabricação para mercados em expansão de produtos estandarizados, ao passo que o sistema Toyota seria a técnica de produção a custos baixos para mercados estagnados e economias de crescimento lento, ou ainda para mercados em expansão, mas de produtos variados e diferenciados.” (CORIAT, 1993:87).

O desenvolvimento do toyotismo, tornou-se, pois, adequado à nova base de produção capitalista, ligada à microeletrônica, já que a diferenciação dos produtos e o aumento da produtividade passaram a direcionar as transformações dos processos produtivos. É justamente neste contexto de produção flexível, com séries mais curtas e crescente diversificação (economia de variedade), que WOOD (1993) e CORIAT (1993) insistem no fato de que o chamado “modelo japonês” é subentendido pela busca gerencial de mais eficiência do aparelho industrial. Ambos referem-se ao ramo automobilístico e reforçam a importância dos métodos e práticas de trabalho (ZARIFIAN, 1993). Porém WOOD (1993) aponta que o modelo japonês, tal como é praticado no Japão, constitui-se em um modelo coercitivo, precondição das dimensões de autonomia-responsabilidade, polivalência e envolvimento nas políticas de melhoria do desempenho das empresas. Já CORIAT (1993) adota uma posição diversa de Wood, sendo seu objetivo erguer uma estrutura conceitual em torno do ohnismo, de porte equivalente ao taylorismo e, portanto, impor-se como um sistema eficaz, adaptado à produção em séries restritas de produtos variados e diferenciados.

Como comentado anteriormente nesta seção, o debate sobre a transferibilidade do modelo japonês possui uma diversidade muito grande de estudo de casos e pesquisas empíricas em várias partes do mundo, apresentando um âmbito de debate bastante amplo. A próxima seção dedica-se a apreender alguns dos impactos da difusão do modelo japonês sobre a gestão e organização da produção, enfatizando as mudanças observadas nas formas de gestão da força de trabalho, cujo objetivo é criar condições de envolvimento e participação dos trabalhadores em relação às metas da empresa, condições essenciais para a implementação desse modelo.

Sem ter a pretensão de apresentar uma exaustiva discussão sobre a transferibilidade do modelo japonês, a próxima seção dedica-se a uma análise dos principais aspectos envolvidos na adoção ou adaptação desse modelo para o caso brasileiro, focalizando a sua

dimensão de modelo de organização do trabalho e da empresa, como forma de aumentar a competitividade com base em uma maior produtividade.

2.2 O Debate da Transferibilidade do Modelo Japonês para o Brasil

Dentre as diversas acepções do chamado modelo japonês, HIRATA (1993) apresenta três dimensões. A primeira é a do modelo japonês de relações industriais: trata-se, essencialmente, do sistema de emprego adotado pelas grandes empresas japonesas para seus empregados contratados regularmente, caracterizado pelo emprego “vitalício” e promoção por tempo de serviço. A segunda é a do modelo japonês de organização industrial interempresas: trata-se de um modelo dualista, em que se estabelecem trocas de tipo muito particular entre fornecedores e subcontratados, de um lado, e as grandes empresas, de outro. E a terceira, a do modelo de organização do trabalho e da empresa, a que será considerada na discussão dessa seção, refere-se, a uma modalidade de divisão social do trabalho na empresa baseado em:

- não-alocação do trabalhador a um posto de trabalho específico, ou seja, um funcionamento estruturado na polivalência e rotação de tarefas (de fabricação, manutenção, controle de qualidade, gestão da produção);
- predomínio do grupo de trabalho sobre os indivíduos;
- divisão de trabalho menos nítida entre operários da manutenção e da fabricação;
- maior conhecimento e domínio do processo global de fabricação por parte do trabalhador;
- conjunto de técnicas e métodos de organização do trabalho e da produção (*Just in Time*, *Kanban*, círculos de controle de qualidade etc).

O modelo japonês constitui a interpretação do sucesso das grandes empresas no Japão. Ele é apresentado às empresas ocidentais como uma destilação das melhores práticas encontradas no Japão e como um modelo a ser seguido. HUMPHREY (1993) segue DOHSE *et alii* (1984) que identificaram três abordagens para a explicação do sucesso japonês: a abordagem cultural, a das relações humanas e a do controle da

produção. O modelo, conforme apresentado principalmente por intérpretes ocidentais do Japão, junto à indústria e governos ocidentais, enfatiza a terceira abordagem.

Sob o prisma dessa abordagem, segundo SCHONBERGER (1982), a idéia básica da organização japonesa da produção é obter alta qualidade e mantê-la nesse nível, buscando constantemente aumentar a produtividade. Isto é, no Japão, as novas formas de organização do trabalho são planejadas de forma a revelar os problemas da ineficiência, do desperdício e da má qualidade, e forçar a descoberta de soluções. Para SCHONBERGER, os grandes lotes disfarçam os desequilíbrios de balanceamento, precariedade da maquinaria e instalação, e rompem a ligação entre o trabalhador e os resultados de seu trabalho. Por outro lado, a diminuição dos lotes expõe os erros, que podem assim ser corrigidos. O corte dos estoques de reserva produz o mesmo efeito. Tanto o corte no volume dos lotes quanto nos estoques de reserva constituem etapas rumo à produção do *just in time* (JIT).

“O Just in Time (JIT), entendido em seu conceito mais global, pode ser definido como uma estratégia de competição industrial, desenvolvida inicialmente no Japão, cujo objetivo é capacitar a empresa para responder rapidamente às flutuações do mercado, através de instrumentos e técnicas que visam atingir um elevado padrão de qualidade, associadas a uma significativa redução no custo do produto e grande elevação de produtividade. (...) no âmbito fabril, o JIT pode ser compreendido como um processo que visa à eliminação total dos desperdícios (programa perda-zero). Essas perdas podem ter várias origens: dos defeitos de fabricação (problema esse que é geralmente atacado por programas de garantia de qualidade) às atividades ou práticas que geram custo e não adicionam valor ao produto (tais como movimentação de matérias-primas ou produtos em elaboração, tempo de preparação de equipamentos, controles indiretos de qualidade e manutenção, preservação de grandes volumes de estoques de produtos acabados ou de matérias-primas em processo).” (RUAS et alii, 1993:104-105).

Quanto ao *Total Quality Control* (TQC), SCHONBERGER (1982) enfatiza o fato de que, para alcançar qualidade, é preciso produzir de imediato segundo um padrão correto, responsabilizando o operador por isso. É necessário, portanto, um controle rígido da qualidade e a constante verificação pelo operador, juntamente com a eliminação dos grandes lotes e estoques. A empresa em sua totalidade é direcionada para o constante aperfeiçoamento, sendo que sempre há mais espaço para cortar volume dos lotes e estoques, ou para reduzir o *down time* (tempo de parada) e de *set-up* (tempo de preparação).

O modelo parece oferecer vantagens também para a mão-de-obra. Uma maior variação do trabalho é proporcionada pela habilitação múltipla, o treinamento para as diversas áreas em um setor e a integração do controle de produção e qualidade. Uma força

de trabalho flexível, comprometida, multiquificada, parece preferível à existência não-qualificada, fragmentada e impotente do operário-massa fordista. Este é um dos motivos pelos quais os defensores do sistema japonês mostram-se tão confiantes em sua transferibilidade (HUMPHREY, 1993).

A implantação de métodos japoneses no Brasil implica consideráveis mudanças nas práticas de trabalho. Segundo HUMPHREY (1993), os aspectos envolvidos podem ser considerados em duas etapas. Em primeiro lugar, há os problemas ligados, sobretudo, às relações entre gerência e mão-de-obra, referentes à mudança das práticas de trabalho existentes. Em segundo lugar, há problemas referentes ao ambiente institucional e econômico necessário para criar confiança recíproca e limitar a heterogeneidade de objetivos e escassez de recursos, de modo a permitir um sistema produtivo estável, de elevada confiabilidade.

Em linhas gerais, o impacto exercido pelo JIT/TQC sobre os operários apresenta ampla variabilidade, dependendo das particularidades do processo produtivo e das especificidades do produto que esteja sendo fabricado. Porém, no curto prazo, essas mudanças colocam em questionamento as hierarquias de trabalho e as escalas das qualificações existentes. Um certo grau de insegurança pode surgir entre os operários, em função das alterações provocadas pelo JIT/TQC na mudança do perfil de responsabilidade do operador, ampliando seu campo de atuação para as tarefas de manutenção e o controle de qualidade, por meio de técnicas mais sofisticadas, tais como o Controle Estatístico de Processo (CEP), e maior rotação dos operários entre as tarefas.

ABRAMO (1988), em seu estudo das percepções e reações dos trabalhadores quanto à nova tecnologia, salienta cinco áreas nas quais eles expressam insatisfação, diretamente ligadas à adoção do JIT/TQC:

1. A maior produtividade apresenta uma ameaça à garantia de emprego dos trabalhadores;
2. Os salários não aumentam com a melhoria da produtividade e a maior atenção e responsabilidade exigidas pelo trabalho com equipamentos de tecnologia mais complexa;
3. O trabalho torna-se mais intenso, especialmente quando os operários têm de operar mais de uma máquina;

4. O operário quando trabalha com equipamentos automatizados, fica impossibilitado de alternar ritmos de trabalho ou de fazer pequenas pausas durante a jornada de trabalho;
5. A pressão da supervisão é maior no sentido de manter as linhas automatizadas operando com continuidade e eficiência.

FERRO (1989) evidencia que há obstáculos à implantação do sistema japonês no Brasil. Entre outros fatores, menciona a resistência do empresariado, a falta de confiança entre administração e mão-de-obra, as atitudes dos sindicatos e a arrogância dos supervisores e engenheiros – a gerência brasileira não reconhece que os operários são úteis para melhorar a tecnologia. Contudo a necessidade de obter competitividade como condição de sobrevivência das empresas brasileiras transforma esses obstáculos em problemas a serem superados, e de caráter puramente gerencial.

Porém o autor admite que algum tipo de adaptação ao modelo pode ocorrer, mas sem significar o abandono da essência e dos princípios básicos do modelo, utilizando-se de forma favorável a capacidade criativa e o interesse em aprender do operário brasileiro. Com relação à questão da possibilidade de adaptações do modelo, Ferro ressalta que o alcance das adaptações é severamente circunscrito e que o cerne do modelo deve permanecer inalterado. Sua argumentação é baseada nos seguintes pontos:

1. O uso universal do modelo é respaldado por inúmeros exemplos concretos que indicam a possibilidade de aplicá-lo;
2. Não haveria outra alternativa para atingir um mínimo de competitividade e evitar um maior distanciamento entre o Brasil e os países mais avançados industrialmente;
3. É fundamental não adotar somente algumas partes do modelo, e sim adotá-lo de modo crítico, aperfeiçoando-o, adaptando-o às condições locais, sem seguir receitas e, principalmente, sem abandonar seus princípios fundamentais.

CARVALHO *et alii* (1996), em seu trabalho sobre a dinâmica entre empresas subsidiárias de origem japonesa instaladas no Brasil e seus fornecedores locais, identificam e avaliam a contribuição que as primeiras trazem para o desenvolvimento gerencial e tecnológico da indústria brasileira. Para os autores, as empresas subsidiárias japonesas assumiriam papel relevante pelo potencial de transferência de conhecimentos tecnológicos e gerenciais – por meio de formas de produção inovadoras –, e como portadoras de novo padrão de organização, adequado ao contexto competitivo atual.

Em sua pesquisa, os autores identificam que o ponto crucial de aproximação entre as subsidiárias japonesas e as fornecedores locais é o padrão de qualidade que os produtos destas desfrutam no mercado, ponto considerado de consenso entre as empresas locais pesquisadas. No entanto, com relação ao processo de transferência de técnicas de gestão de pessoal, os autores identificam que a adoção das técnicas japonesas foi mais acentuada entre as subsidiárias japonesas do que entre as suas fornecedoras. A Tabela 2.1 traz os resultados encontrados na pesquisa com de 56 empresas, compostas de 18 empresas pequenas (até 100 empregados), médias (de 101 à 500 empregados) e grandes (mais de 500 empregados), com alta concentração no setor metal-mecânico (57% das empresas pesquisadas). Entre as empresas subsidiárias japonesas, a adoção de técnicas que viabilizam a participação dos empregados é elevada, sendo que mais de 50% da amostra pesquisada utilizam tais técnicas; nas fornecedoras, essa porcentagem decresce para menos de 40%. E os autores concluem que

*“O resultado mais significativo da pesquisa foi a percepção da existência de laços relativamente fracos entre as subsidiárias japonesas e os seus fornecedores brasileiros, seja do ponto de vista institucional, seja do comercial ou do tecnológico. Usa-se a qualificação **relativamente** por ter sido o parâmetro de avaliação o laços das empresas brasileiras com as subsidiárias de outros países.*

(...) possivelmente com exceção da Honda do Brasil, as empresas subsidiárias japonesas no País, estão nesse processo de desenvolvimento de fornecedores e têm tido menor influência na disseminação de inovações organizacionais japonesas. Em outras palavras, as práticas de organização e gestão japonesas não são um negócio dos japoneses no Brasil.” (CARVALHO et alii, 1996:26, grifos no original).

Tabela 2.1 – Adoção de Técnicas de Gestão Japonesas

Técnica	Adotada Mas Abandonada	Adotada	A Ser Adotada
Empresas Fornecedoras Locais			
Treinamento no cargo	-	31	1
Caixa de sugestão	-	20	8
Círculo de Controle de Qualidade	1	10	6
<i>Just-in-Time/Kanban</i>	1	11	6
Multifuncionalidade	-	18	5
Trabalho em grupo	-	17	9
Layout em células	-	14	2
Rotação de cargos	1	13	5
Autonomia pelos operários	-	18	8
<i>Kaizen</i> (melhoria contínua)	-	17	11
Outras	-	1	1
Empresas Subsidiárias Japonesas			
Treinamento no cargo	-	17	3
Caixa de sugestão	-	22	3
Círculo de Controle de Qualidade	-	18	4
<i>Just-in-Time/Kanban</i>	-	8	4
Multifuncionalidade	-	16	5
Promoção baseada na senioridade	-	2	1
Salário baseado na senioridade	-	3	1
Comitê de operários e gestores	-	12	2
Sistema de aposentadoria	-	1	3
Sistema de bônus	-	8	4
Pagamento de prêmio quando da aposentadoria	-	5	4
Emprego vitalício	-	2	-
Sistema Ringi (processo de tomada de decisão em conjunto)	-	16	-
Exercícios com música	-	10	1
Encontros regulares pela manhã	-	19	-
Uniforme	-	22	2
Eventos	-	21	-
Bandeiras e músicas da empresa	-	8	-
Bandeiras e músicas da empresa	-	21	-

Fonte: CARVALHO *et alii*, 1996.

Em termos de organização do trabalho, a pesquisa sobre os métodos japoneses (*just in time* e círculos de qualidade) de SALERMO (1993), por meio de uma análise do trabalho dos operários de produção, revela que as implantações têm sido conservadoras, pois:

- como regra geral, o trabalho continua tendo uma prescrição individual, via carta de processos, roteiros de fabricação ou ordens reais. A polivalência parece ser, antes, uma tarefa do mesmo teor que um desenvolvimento de múltiplas habilidades por uma força de trabalho altamente qualificada;

- nas empresas com células de produção, há uma ausência do esquema de grupos semi-autônomos, com relação à autonomia na definição de tarefas e na alocação de atividades;
- estudos de caso e pesquisa direta com operários apontam uma forte intensificação do trabalho concomitantemente à implantação de células e *just in time* interno;
- as empresas continuam negando autonomia operacional, mas, na prática, buscam usar o conhecimento operário, sem o devido reconhecimento. A idéia é que as empresas sempre usaram os conhecimentos práticos dos trabalhadores, sem os quais a produção não anda, mas nunca reconheceram isto formalmente;
- uma perspectiva de modernização conservadora foi adotada com relação também aos círculos de qualidade, no sentido de disciplinar a iniciativa operária e submetê-la aos critérios da gerência.

A análise de HIRATA (1990), por sua vez, identifica duas formas adaptativas bem diferentes de utilização dos CCQs fora do Japão. A primeira consiste em reproduzir, no interior das empresas brasileiras, certas condições existentes no Japão, adotando-se aspectos das políticas de gestão ou de emprego, como estabilidade de emprego, uniformização das condições de trabalho dos executivos e dos operários etc. A segunda consiste em romper, dentro das novas condições, com as bases de existência e de reprodução das atividades desses grupos. Esta forma apresenta o risco inerente às adaptações, que pode conduzir a uma deformação do sentido e dos objetivos iniciais dos CCQs. Entre elas, pode-se citar o fato de que o sucesso de implantação dos CCQs está, muitas vezes, relacionado a um processo de seleção restrita dos participantes dos grupos, limitando a natureza participativa de todos os operários da empresa. Por outro lado, HIRATA enfatiza que “(...) *O sucesso da exportação de práticas industriais como o CCQ depende, de um lado, das empresas saberem fazer uso em seu proveito de características próprias do país receptor dessas práticas. Depende, de outro lado, da capacidade do movimento operário e sindical local em utilizar a sua tradição de luta e de organização nas relações com a direção da empresa.*” (HIRATA, 1990:145).

A abordagem da transferibilidade do modelo japonês, discutida nesta seção, analisada à luz da organização do trabalho e da produção, levanta o debate sobre a questão das principais interpretações dos impactos das inovações modernizantes sobre a qualificação profissional, apesar de grande parte da literatura reportar-se, sobretudo, aos impactos causados pelas inovações tecnológicas, nem sempre enfatizando as inovações organizacionais. Porém, nos diferentes contextos de adoção do modelo japonês observados, as novas características da qualificação adotam diversas formas, nem todas identificadas com a ampliação e o aprofundamento dos conhecimentos e capacidades exigidas aos trabalhadores.

2.3 As Teses Sobre a Qualificação da Mão-de-Obra

O tema qualificação, em sua relação com as exigências do processo de trabalho e do respectivo mercado, tem sido tratado amplamente desde há muitas décadas. Ele serve de ponto de confluência de áreas como a economia e a sociologia do trabalho, a sociologia da educação e mesmo a sociologia do conhecimento (BOURDIEU, 1974, citado por PAIVA, 1989). Esse debate dos impactos das mudanças tecnológicas sobre os requerimentos da qualificação do trabalhador vem sendo tratado por uma farta literatura nessas áreas do conhecimento. Além de ser um tema bastante controverso, são predominantes, porém inconclusivas, análises tipicamente “bipolares”, isto é, aquelas que apontam sinais ou de aumento ou de decréscimo do nível de qualificação da mão de obra.

É certo que esse debate se fortalece a cada mudança tecnológica, uma vez que a base tecnológica, ao se transformar, altera e redefine o espaço da atividade humana na produção.

“A tematização das questões que envolvem esta relação (da qualificação com as exigências do processo de trabalho) se iniciou depois da primeira guerra mundial e se apresentou através de inquéritos realizados para revistas de grande circulação e por meio de trabalhos de caráter acadêmico. Não há dúvida, porém, que a questão se torna visível nas últimas décadas, em função do aceleração do processo de inovação tecnológica, da maior velocidade imprimida à circulação de mercadorias e da concentração do ‘sur-plus profit’ sobre a monopolização de invenções e inovações de natureza vária nos setores produtivos.” (PAIVA, 1989:1).

Com base na revisão da literatura a respeito dos efeitos da automação sobre a qualificação, PAIVA (1989) apontou quatro teses principais ou quatro linhas de pensamento relativas ao desenvolvimento da qualificação média do trabalhador no capitalismo contemporâneo:

1) Tese da desqualificação – baseada na idéia central de que há uma tendência de desqualificação progressiva tanto em termos absolutos quanto em termos relativos. Com a crescente separação da concepção e da execução e da intensificação da divisão do trabalho, o trabalho simplificou-se e, com efeito, trabalhadores pouco qualificados passaram a ser demandados; junto ao avanço do capitalismo rumo a desqualificação

“O capitalismo contemporâneo não estaria conduzindo à passagem à terceira fase, mas se reproduziria mantendo as características da transição do artesanato à manufatura no que concerne às exigências de qualificação da força de trabalho.” (PAIVA, 1989:4).

2) Tese da requalificação – a idéia central desta tese é que o processo de acumulação capitalista conduziria inexoravelmente à elevação da qualificação média da força de trabalho. A automação exigiria uma elevação da qualificação, e, as tecnologias avançadas executariam os trabalhos rotineiros e de grande desgaste físico, cabendo aos trabalhadores “vigiar” seu funcionamento.

“Defendida com ardor pelos defensores do Capitalismo Monopolista de Estado (Stamokapheoie) e por aqueles que vêem de forma positiva o desenvolvimento tecnológico e seus efeitos sobre o trabalho e a vida dos homens (...).” (PAIVA, 1989:5).

3) Tese da polarização das qualificações – centrada na idéia de que a automação necessita somente de um pequeno número de profissionais com qualificação elevada, enquanto o restante da massa de trabalhadores enfrentaria a desqualificação. A qualificação é necessária para a concepção e programação de novas máquinas, mas elas podem ser operadas por trabalhadores pouco qualificados, em outras palavras, as novas formas de trabalho não fazem desaparecer o trabalho não-qualificado.

“Aparece combinada com qualquer das outras três e afirma que o capitalismo moderno necessita somente de um pequeno número de profissionais altamente qualificados, enquanto a grande massa de trabalhadores se veria frente a um processo de desqualificação.” (PAIVA, 1989:5).

4) Tese da qualificação absoluta e da desqualificação relativa – a idéia central é que a automação necessita de homens mais qualificados em termos absolutos, enquanto a qualificação da força de trabalho em relação aos conhecimentos científicos utilizados na produção diminuiria, se comparado a tempos passados.

“Afirma que o capitalismo contemporâneo necessita de homens mais qualificados em termos absolutos (a qualificação média se elevaria) enquanto que a qualificação relativa, considerando-se o nível de conhecimentos atingidos pela humanidade, se reduziria se comparado com épocas pretéritas.” (PAIVA, 1989:5).

Pôde-se perceber pela revisão bibliográfica realizada por PAIVA (1989) que essas linhas de pensamento não se concentram durante o tempo e, ainda, estão diretamente relacionadas com os processos produtivos pesquisados, mediante o processo constante de desqualificação e requalificação presente de forma muito desigual nos diferentes processos produtivos. Isto é uma decorrência de que a grande maioria dos autores associa essas teses ao esquema clássico, que enquadra o tema do relacionamento entre produção e qualificação de acordo com três fases históricas. A primeira corresponderia ao artesanato, sistema de aprendizagem de ofícios predominante na Idade Média, que exigia um longo processo de aprendizagem e uma qualificação profissional adquirida ao longo de muitos anos, para o perfeito conhecimento e domínio de todas as fases de elaboração do produto. A segunda refere-se à manufatura, iniciada no século XVI, aprofundando-se com a revolução industrial e a produção em massa, que corresponde à decomposição do trabalho e à desqualificação profissional. E a terceira fase, quando a indústria moderna passou a exigir disponibilidade total do trabalhador às suas condições, mas que poderia abrir caminho para a requalificação da força de trabalho, dada a própria versatilidade a que conduziria o processo de trabalho.

“Com esquema trifásico (artesanato, manufatura e indústria moderna) combinam-se, especialmente nas últimas décadas, 4 teses (apontadas anteriormente) que se referem à qualificação média do trabalhador no capitalismo contemporâneo.” (PAIVA, 1989:4).

Diferentemente, para CASTILLO (1996), houve um predomínio de algumas daquelas teses em determinada época. Essa autora, baseada também em pesquisas secundárias, as quais trataram de tecnologias distintas, em diferentes momentos, generalizou a tendência da qualificação ou de desqualificação de um processo produtivo para os demais. Nesse sentido, o debate sobre as tendências de desenvolvimento da

qualificação, no pós-guerra, é dividido por CASTILLO (1996) em três momentos ou grandes linhas. No primeiro, entre 1950 e 1960, o debate caminhou no sentido da requalificação, quando ocorreu um avanço da automação dos processos de produção contínuos, tais como refinarias, siderurgia, cimento etc, antecedendo as inovações tecnológicas nos processos discretos (produção em séries descontínuas). Nesse período, autores da Escola Francesa de Sociologia do Trabalho, tais como Friedman, Maville, Mallet e Touraine, assim como Blauner da Escola Anglo-saxã de Sociologia Industrial, dentre outros,

“(...) conseguiram enxergar uma série de mudanças ainda incipientes nas qualificações. Preocuparam-se com a descrição dos novos aspectos da qualificação surgidos com a automação e os contrastaram com as qualificações limitadas características do fordismo. Não obstante, muitas vezes suas posições resultam ambíguas, ou o real alcance destas transformações não é avaliado, o qual provavelmente é o reflexo do caráter ainda inicial e transitório da automação naquela época. De outra parte, sua visão determinista da tecnologia, sugere que a automação abre um único caminho à organização do trabalho, desconsiderando a influência de atores sociais.” (CASTILLO, 1996:14).

O segundo momento foi marcado pela publicação do livro de Braverman, “Trabalho e Capital Monopolista”, em 1974, em que o autor buscou minar e destruir o mito da crescente qualificação da força de trabalho, quando a maior parte dos autores estavam defendendo posição oposta, por meio da análise dos efeitos degradantes do fordismo. Para Braverman, em virtude dos processos de divisão do trabalho e da mecanização, a qualificação cai tanto no sentido absoluto (perda dos ofícios e das capacidades tradicionais sem que haja substituição) quanto relativo, porque *“quanto mais a ciência é incorporada ao processo de trabalho, tanto menos o trabalhador compreende o processo; quanto mais um complicado produto intelectual se torne a máquina, tanto menos controle e compreensão da máquina tem o trabalhador.”* (BRAVERMAN, 1981:360). Para o autor, a elevação da qualificação em consequência da extensão da educação de massa é ilusória, porque, na verdade, a educação perdeu sua relação com as exigências ocupacionais. Assim, o aumento da escolarização se constituiria em um mecanismo apenas para a manutenção do desemprego em níveis razoáveis.

Por último, de acordo com a revisão bibliográfica de CASTILLO (1996), no terceiro momento, com a difusão da automação microeletrônica, a tese de requalificação do trabalho – defendida por um grupo de autores, Piore & Sabel, Hirschhorn, Kern & Schumann, Hoffman & Kaplinsky, Zuboff, Freeman & Soete, Freeman & Perez – foi

retomada durante a década de 1980. Esse grupo considera que há uma tendência à requalificação do trabalhador, em virtude da atenuação da divisão do trabalho; do deslocamento do trabalho manual para as funções de controle dos processos, de previsão e de diagnóstico de falhas; do incremento da autonomia para desenvolver as atividades e tomar decisões; do aumento de delegação de responsabilidades; da exigência de maior conhecimento sobre o processo; e do incremento dos requerimentos de educação formal. Um novo tipo de trabalhador polivalente e qualificado caracterizaria a nova etapa da produção.

Porém, um segundo grupo de autores, Freyssenet, Lojkine, Schmitz, Burkart & Hartmut, Bessant, Zarifian, Coriat, nesse momento, passou a questionar a evolução da qualificação no sentido da requalificação. Esse grupo tem analisado as mudanças ocorridas na qualificação mediante o conceito de “formas sociais de automação”. Mesmo concordando com o primeiro grupo, com a idéia de que estão ocorrendo profundas transformações nos requerimentos para a qualificação profissional associadas à automação, eles tomam uma postura cautelosa e relativizam o impacto requalificador da automação. Assim, entende-se que tecnologias semelhantes – produto de relações sociais que, ao mesmo tempo, redefinem e limitam tais relações – podem combinar diferentes formas de organização do trabalho e, portanto, de qualificações.

“(...) tudo indica que não há um determinismo tecnológico estrito da tecnologia. Uma mutação técnica só faz abrir diferentes alternativas possíveis. As formas de organização, das classificações ou dos níveis de promoção são inteiramente dependentes das relações de força e dos compromissos que podem ser estabelecidos.” (CORIAT, 1983:38).

Ou seja, nesta perspectiva, está implícito que, primeiro, os requerimentos da qualificação dependem do tipo de qualificação da mão-de-obra e, segundo, os meios de produção – no sentido clássico – definem a qualificação necessária para a sua operação. Como qualquer sistema de produção segue suas regras e normas próprias bem específicas a ele, o perfil da qualificação tem sua lógica interna correspondente e, obviamente, está relacionado também com o ambiente no qual se insere (FERRAZ & CAMPOS, 1990).

2.4 Reestruturação Produtiva e os Novos Requerimentos da Qualificação

As teses relativas ao desenvolvimento da qualificação do trabalhador no capitalismo contemporâneo, descritas na seção anterior, mostram a divergência de opiniões e a polêmica que envolve o tema. Porém essa discussão, se conduzida para os anos 1980, revela a coincidência entre os autores sobre a conclusão de que algumas transformações radicais do trabalho resultaram da automação, e, entre elas encontram-se as mudanças nas qualificações. Essas transformações podem ser assim sumariadas:

- a) o enfraquecimento ou reversão da divisão do trabalho com a generalização de operários polivalentes;
- b) a crescente delegação de responsabilidades aos operários, que ganham autonomia no desempenho do trabalho;
- c) um deslocamento do trabalho de atividades diretas de produção para atividades centradas no manejo de informação (CASTILLO, 1996).

A própria noção de qualificação vem sendo revista, deixando de traduzir simples domínio de habilidades artesanalmente adquiridas, medidas pelo tempo de formação, passando a assumir a dimensão de competência, na qual aprendizado formal e “tácito”, mediante experiência, combinam-se de forma particular e contínua (cf. ZARIFIAN). O conceito de qualificação, segundo a abordagem técnica, é considerado

“(...) como um conjunto de atributos requeridos por determinada atividade ou posto de trabalho. Com o desenvolvimento tecnológico é ainda freqüente identificar esses atributos com certas qualidades e conhecimentos que o trabalhador deve ter para lidar com o maquinário, restringindo a qualificação do trabalhador a uma listagem do que deve saber fazer, de como deve se portar, que compromissos assumir no trabalho, etc. (...) (Essa posição) termina caindo num determinismo tecnológico que está muito longe de elucidar a realidade do trabalho e estabelecendo uma tipologia simplória de trabalhadores qualificados e não qualificados.” (ARANHA, 1988:64).

Nessa perspectiva, programas de formação longos podem não ser os mais adequados a trabalhadores adultos, com certa experiência. Partindo do suposto de que os alunos pouco ou nada sabem, acabam impondo, em maior ou menor grau, uma separação entre “competência” (saber construído, mediante conjugação da teoria e da prática) e “conhecimentos” (teoria e conceitos adquiridos de modo formal). Para tal clientela, treinamentos curtos, relacionados com situações de trabalho, podem ser tão eficazes quanto

cursos demorados, de cunho teórico. É trabalhando e aplicando conhecimentos que se adquire ou se aprimora a competência. (LEITE, 1997:155).

Para a perspectiva técnica, então, interessam as qualificações como conjunto de competências exigidas para o desenvolvimento de processos de trabalhos particulares, ou aquilo que é exigido da força de trabalho para desenvolver o processo produtivo – conhecimentos, capacidade, destreza e, inclusive, atitudes. Desta forma, essa perspectiva técnica focaliza a relação tecnologia-trabalhador, isto é, quando se faz referência aos processos fordistas, destacam-se a destreza manual e a velocidades de execução, enquanto nos processos automatizados são salientadas as novas características da qualificação.

Além disso, os impactos do avanço tecnológico sobre a qualificação da força de trabalho apresentam-se de forma muito variada, segundo as diversas condições dos trabalhadores de país em país, assim como dentro deles, no que se refere ao nível de vida, educação, cultura, nível de organização sindical, estratégias de controle da força de trabalho por parte das empresas etc. Desse modo, mesmo acreditando que a tecnologia tem um forte papel condicionador das formas que o trabalho adotará as novas características das qualificações, ela não parece conduzir a um desenvolvimento homogêneo dos requerimentos de qualificação, quando se consideram as múltiplas condicionantes implícitas em uma situação industrial particular.

A racionalização taylorista, do ponto de vista do trabalho, caracterizou-se pela exacerbação da divisão do trabalho tanto no que se refere à separação de tarefas no chão-de-fábrica e quanto pela otimização da produtividade do trabalho por meio da intensificação do uso do trabalho. Assim, de um lado, os requerimentos da qualificação profissional necessários para a execução de tarefas prescritas, rotinizadas, parceladas e individualizadas, estão associados, dentre outros: ao conhecimento restrito do processo produtivo; à submissão do trabalhador a um trabalho prescrito pela gerência; à repressão do conhecimento tácito; ao baixo envolvimento do trabalhador com as metas de produção (ver Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Comparativo entre os atributos do fordismo e do toyotismo

Atributos	Fordismo	Toyotismo
Trabalho	Individual	Em equipe
Tarefa (multifuncionalidade)	Única	Multi-tarefas
Conhecimento do processo produtivo (polivalência)	Restrito	Amplo
Capacidade de comunicação	Restrita	Alta
Comprometimento	Baixo	Alto
Autonomia	Baixa	Alta
Responsabilidade	Baixa	Alta
Capacidade de adaptação à novas situações	Baixa	Alta
Criatividade	Baixa	Alta
Otimização da produtividade do trabalho	Intensificação do uso do trabalho	Intensificação do uso das máquinas
Separação entre execução e concepção	Alta	Alta

Fonte: RESENDE, 2000.

Entretanto o novo paradigma de produção trouxe profundas transformações na natureza do trabalho, e “a via japonesa vai avançar pela desespecialização dos profissionais para transformá-los em não operários parcelares, mas em plurioperadores, em profissionais polivalentes (...)” (CORIAT, 1994, p. 53). No que diz respeito à inovação tecnológica, a fábrica fordiana automatizada deve ser analisada segundo os conceitos e métodos oriundos das tradições tayloristas de economia de tempo e movimentos. Sendo assim, a nova gestão otimizada dos fluxos produtivos, baseada no uso de autômatos e na substituição de operações manuais por robôs, é a novidade posta pela microeletrônica (CORIAT, 1983).

Esse fenômeno foi acompanhado de uma profunda mudança na estrutura funcional dos trabalhadores diretos. Segundo CORIAT (1983), uma parte dos postos de manutenção, de alimentação de máquinas, abrangendo tarefas manuais e repetitivas, as quais, em geral, requerem operários desqualificados, é suprimida. De acordo com esse autor, seguindo a ordem hierárquica, observa-se que um grupo de profissões “clássicas” da mecânica realizadas por trabalhadores qualificados (torneiros, fresadores, etc) foi também suprimida, à medida que essas tarefas foram sendo substituídas por meios automatizados (máquinas de comando numérico, robôs etc.).

Outra mudança que pôde ser observada diante da interdependência das diferentes operações, assim como do custo bastante elevado das instalações, foi uma maior exigência de atenção e vigilância associadas ao aumento do ritmo de intervenção no caso de panes, de defeitos, de ajuste ou em qualquer disfunção do fluxo produtivo exigido para que a produção se desenrole com fluxo contínuo. Segundo SCHMITZ (1988:150), o maior problema do cotidiano, a ser resolvido, *“é minimizar o tempo durante o qual as máquinas permanecem ociosas. Este problema é agravado quando a automação é integrada, pois uma interrupção numa unidade pode causar paradas muito mais dispendiosas nas unidades seguintes. Assim, o que se exige do trabalhador não é qualificação técnica e sim atenção, vigilância, responsabilidade e capacidade de prever.”*

Sendo assim, de um lado, os operários encarregados da condução dos autômatos devem dispor de uma relativa liberdade de movimento e de ação para antecipar ou agir rapidamente contra as disfunções. De outro lado, a interdependência das diferentes máquinas requer uma certa polivalência.

“(...) têm [os programas de gestão] sido apontados como as maiores e mais profundas mudanças em andamento nas organizações contemporâneas, catalizadas pelas novas demandas trazidas pelo processo de reestruturação produtiva (...) além dos aspectos da alteração funcional (novas técnicas, tecnologias, normas e procedimentos, estruturas etc) registram também mudanças atitudinais e comportamentais de caráter coletivo, afetando a cultura organizacional.” (ANTUNES & PINHEIRO, 1997:5).

Com efeito, essas mudanças impulsionam fortes alterações nos padrões culturais das organizações, pois as empresas que buscam a inovação, por meio do desenvolvimento tecnológico e/ou da organização do trabalho, procuram responder rapidamente às mudanças no ambiente interno, como, por exemplo, mudanças no processo produtivo; no perfil da força de trabalho, em termos de qualificação, valores, expectativas; na cúpula diretiva; nas políticas mercadológicas, financeiras e de recursos humanos; nas formas de organização e gestão do trabalho, ou externo à empresa, tais como, ação do mercado nacional ou internacional, que colocam às empresas novos patamares de competitividade em termos de especificações e qualidade de seus produtos, ou serviços, e de preço; ação do Estado no processo de regulação da ordem social e econômica, na formação das políticas públicas; ação dos movimentos sociais; e relação com o mercado de trabalho (FLEURY, 1993).

No que se refere à gestão organizacional, a qual pode ser definida, com base em CORIAT (1988:56), “como um princípio de materialização dos postos e das funções, das seqüências e arranjos de distribuição de tarefas, assim como das modalidades de economia de tempos e de controle aplicadas à produção de mercadorias”. ABRAMO (1996) sintetiza que, em linhas gerais, corresponde à maneira como o objetivo de trabalhadores é distribuído e organizado no *locus* produtivo com vistas a implementar os objetivos empresariais, não existindo uma maneira única para fazê-lo.

CASTRO (1995) sistematiza algumas das características das transformações provocadas pelo novo paradigma de produção mais recorrentes na literatura. No que se refere ao conteúdo dos postos e à divisão do trabalho de operação direta dos processos produtivos:

- prevaleceriam o múltiplo encargo e a poliquificação, dado que o máximo de tarefas e responsabilidades deveria ser transferido para os operários (SCHMITZ, 1988, 1989; FREYSSINET, 1989; HUMPHREY, 1992);
- a separação entre o controle de qualidade e produção seria desfeita e esses dois âmbitos reintegrados pela estratégia de controle de qualidade total, de modo a garantir a qualidade desde o momento inicial da produção. Isso alteraria profundamente (ou suprimiria, em certos casos) o trabalho especializado de inspeção e controle de qualidade (KAPLINSKY, 1989);
- a disponibilidade de um sistema abrangente de informações faria de cada trabalhador um conhecedor em potencial da situação geral da planta. Isso o capacitaria a formular respostas rápidas para qualquer problema, criando as condições operacionais para que se redefinissem as relações entre produção direta e primeira manutenção (WOMACK, JONES & ROOS, 1992);
- a equipe se tornaria a unidade operacional na nova organização do trabalho, cabendo-lhe executar qualquer uma das tarefas no seu setor (incluindo: a verificação da qualidade do produto, a estocagem, o controle de material, a limpeza, reparo e conservação dos equipamentos etc) bem como resolver os problemas que ali se coloquem (HUMPHREY, 1992).

Similarmente à sistematização feita por CASTRO, FLEURY (1994) sintetiza o padrão apresentado pelas empresas mais avançadas, que, apesar das diferenças de *timing* e de trajetória, segue o descrito a seguir:

- forte esforço de racionalização, com vistas à redução de custos, buscando processos de focalização e de terceirização. Esse esforço exigiu das empresas investimento para aumentar o conhecimento sobre o processo produtivo (tecnologia de processo), a partir do qual foram tomadas as decisões de racionalização. A terceirização manifestou-se em diferentes estágios. Inicialmente, foram transferidos para fornecedores externos aqueles serviços gerais (restaurantes, vigilância, entre outros) que não faziam realmente parte do negócio das empresas (terceirização periférica). As empresas, dessa maneira, definiram em que mercados e com que produtos competirem (focalização), abandonando os outros, para os quais não se julgavam competitivas. Identificaram os processos industriais nos quais eram fortes, descontinuando os demais que passaram a ser subcontrados (terceirização avançada). O objetivo primeiro é a racionalização de custos, vindo, em seguida, a criação de uma rede de fornecedores.
- introdução das novas técnicas – *Just in Time*, Qualidade, *Total Productive Maintenance* (TPM). A escolha da primeira técnica a introduzir está primordialmente associada à estratégia de manufatura das empresas. No entanto, no decorrer do tempo, estas acabam por introduzir as três técnicas, por apresentarem características complementares e sinérgicas, tendo como meta: zero estoques, zero defeitos e zero paradas de máquinas.
- reestruturação organizacional da empresa em sua totalidade. Enxugamento (*downsizing*) e descentralização são palavras de ordem. A descentralização consubstancia-se em unidades autônomas, minifábricas, células, grupos etc, que assumem autonomia responsável.
- redefinição do processo de trabalho. O novo processo de trabalho busca envolvimento e qualificação da mão-de-obra. As políticas de treinamento estão voltadas à preparação dos operários para a aplicação das novas técnicas, assim como para torná-los polivalentes. Os investimentos em treinamento para a polivalência são limitados àquela porcentagem de trabalhadores que

efetivamente vai executar diferentes funções. Finalmente, as políticas de participação, por meio de diferentes mecanismos, procuram induzir o envolvimento dos operários à consecução das metas estabelecidas.

Sob o ponto de vista das empresas, as novas competências e habilidades dos trabalhadores justificam-se pela necessidade de garantir melhor desempenho e maior segurança, tendo em vista a complexidade, o alto custo e a relativa fragilidade dos novos equipamentos e sistemas (LEITE, 1997). Com a finalidade de cultivar uma “nova mentalidade”, calcada em conceitos como valorização, envolvimento e participação do trabalhador, a pesquisa empírica da autora aponta que a convergência para perfil ideal de qualificação, não se atendo ao conteúdo específico de cargos, e a despeito das diferenças estruturais das empresas líderes pesquisadas, valoriza atributos, tais como:

- operação de novos equipamentos/sistemas e/ou aplicação de novas técnicas com eficiência/segurança;
- mentalidade de melhoria contínua, geral e individual;
- motivação e participação;
- conhecimento do produto e processo;
- valores de qualidade, produtividade e competitividade;
- trabalho em equipe e bom relacionamento no grupo;
- conhecimentos teóricos e aplicados em matemática, geometria, controle de qualidade, eletrônica (aplicada à mecânica), assistência técnica, manutenção (também para operadores);
- leitura e interpretação de ordens de fabricação, desenhos, gráficos, tabelas etc;
- raciocínio para resolução de problemas;
- disposição para trabalhos novos, complexos e diversificados;
- atitude geral mais aberta e favorável a mudanças.

Percebe-se que mesmo as empresas caracterizadas como de manufatura são impelidas a adotar uma visão geral de processos, instadas a operar de modo flexível e integrado. A qualificação passa a definir-se mais como competência ou capacidade de agir, intervir, decidir em situações imprevisíveis, do que um estoque estático de conhecimentos;

e dessa capacidade de julgamento e resolução de problemas depende a própria produtividade global (LEITE, 1997).

ABRAMO (1996) aponta também para a tendência de valorização do envolvimento do trabalhador. Ou seja, em função da ampla gama de utilização oferecida pelas novas tecnologias à disposição das empresas, assiste-se à transição de um modelo baseado no uso intensivo de mão-de-obra “semiquificada” para um modelo baseado no trabalho qualificado, polivalente e cooperativo. Com a finalidade de ampliar o potencial produtivo que a nova base técnica é capaz de fornecer, a introdução das novas tecnologias e formas organizacionais do trabalho demanda a geração de um novo padrão de trabalhadores, portadores de habilidades e de saberes prático-teóricos, associados e adequados a elas. Segundo o autor, embora haja opiniões divergentes entre as diferentes áreas da Psicologia industrial, da Sociologia do Trabalho, e também entre os economistas, reconhecem-se como exigências objetivas, as seguintes:

- 1) habilidade de cognição;
- 2) capacidade de interpretação;
- 3) habilidade para resolução de problemas;
- 4) capacidade para decidir independentemente com base em nova informação;
- 5) capacidade para se comunicar, em suas diversas formas.

O que se constata, então, é que as mudanças na qualidade do trabalho resultam, via de regra, em novos padrões de seletividade ocupacional. Diante disso, as políticas de recrutamento voltam-se para buscar a generalização do 1º Grau completo como nível mínimo, necessário até mesmo para posterior treinamento. Ao exigir que o trabalhador tenha iniciativa, seja criativo e responsável, saiba resolver problemas, trabalhar em equipe, lidar com constantes inovações tecnológicas e que seja portador de alta capacidade de abstração que o predisponha à constante aprendizagem, os interesses da produção coincidiram, de maneira completa, com as condições necessárias ao desenvolvimento humano. Nesse cenário, o ensino médio torna-se um ponto estratégico do sistema educacional, pois considera-se que ele constituirá, em breve, no patamar mínimo de escolaridade requerido como condição de empregabilidade (ZIBAS, 1997).

No caso da indústria brasileira, a precariedade da base de qualificação formal, na busca de um novo perfil de trabalhador, constitui-se em um grande obstáculo. Apesar da

deficiência de indicadores, LEITE (1995) cita como exemplo ilustrativo a escolaridade para a indústria de São Paulo:

- 18% dos trabalhadores não têm instrução ou têm no máximo três anos de estudo;
- 50% completaram o antigo curso primário, que corresponde a quatro anos de escolaridade básica;
- 18% terminaram o 1º Grau, com oito séries, que corresponde à escolaridade mínima obrigatória no país desde 1975;
- entre os demais, 10% têm 2º Grau e apenas 4% possuem curso superior.

Em sua pesquisa, ARRUDA (1997) realça a utilização da educação formal (10,26%) como um tipo de modalidade constituinte dos programas de qualificação e treinamento das empresas (Tabela 2.2), passando a ser uma questão de interesse por parte das empresas. Porém, ressalta o autor, essa iniciativa é muito tímida, adotada de forma restrita e limitada, principalmente quando se confronta o tempo médio de frequência escolar do trabalhador brasileiro de 3,9 anos de estudo regular, com o de outros países, como, por exemplo, o do Chile com média de 7,5 anos e do Japão com 9 anos.

Tabela 2.2 – Modalidades componentes do programa de qualificação. Região Metropolitana de Fortaleza, julho a setembro de 1996

Discriminação	Frequência (%)
Cursos de educação formal	10,26
Treinamento em serviço	35,89
Curso de qualificação informal	17,95
Curso de qualificação formal	16,67
Curso de motivação para o trabalho	19,23
Total	100,00

Fonte: Arruda, 1997.

WATANABE (1996), cujo trabalho contempla a discussão do modelo japonês de organização industrial e sua transferibilidade para outros países, também aponta os sérios obstáculos da falta de educação básica de nível adequado, mesmo quando há vontade de emular as práticas japonesas por parte de alguns países:

*“No modelo japonês espera-se que mesmo os operadores tenham **suficiente habilidade de raciocínio e análise** para realizar mais do que o trabalho rotineiro. As empresas japonesas foram afortunadas porque sempre valorizaram e priorizaram a educação, especialmente a **prática**.” (WATANABE, 1996:16, grifos no original).*

LEITE (1995) identifica indícios de que as novas demandas de qualificação, estejam não apenas nas empresas de ponta, mais inovadoras, mas comecem a disseminar-se na indústria em escala ampliada. A autora utiliza-se de pesquisas do SENAI-SP (Pesquisa Industrial por Amostragem – PIAM), reveladoras do fato de que metade das empresas está promovendo treinamentos, geralmente de conteúdo teórico e prático, para a mão-de-obra ligada à produção, notadamente para as categorias de trabalhadores semiqualeificados e qualificados (Tabela 2.3). A intensidade da demanda de qualificação varia de acordo com o porte da empresa, sendo de 46% nos pequenos estabelecimentos e de 53% nos médios. A maior demanda observada ocorreu nas grandes empresas, das quais 70% delas explicitam lacunas de treinamento em seus empregados. Para a autora, isso significa que as necessidades de qualificação são requeridas pelas empresas mais dependentes diretamente do desempenho do trabalhador, isto é, aquelas mais afetadas com pelos novos desafios de qualidade e competitividade. A pesquisa ressalta lacunas, sobretudo, em capacitação e formação básica, geral e profissional, transparecendo a demanda por um profissional não só tecnicamente mais competente mas dotado de maior flexibilidade operacional e de todo um desenvolvimento pessoal em matéria de cooperação, iniciativa e envolvimento.

Os novos sistemas organizacionais exigem, portanto, mudanças fundamentais nos padrões educacionais. Conforme FLEURY E HUMPHREY (1993), observam-se as seguintes mudanças em atividades de trabalhadores da produção:

- a) crescente importância da inspeção visual de peças e materiais que chegam ao posto de trabalho;
- b) retirada parcial de postos de controle de qualidade e crescente delegação de normas e procedimentos de inspeção de qualidade, diretamente aos operários, com a utilização de auditorias internas;
- c) introdução de Controle Estatístico de Processo (CEP), para o qual os operários retiram amostras de acordo com critérios preestabelecidos, medem características do produto, calculam estatísticas e plotam os resultados em gráficos de controle;

- d) responsabilização por detecção e solução de problemas: os trabalhadores participam de atividades de pequenos grupos ou então contribuem com sugestões individuais para diagnóstico e correção de problemas ou mesmo para o contínuo aperfeiçoamento do processo de produção;
- e) preparação e ajuste de equipamentos, justificado por mudanças de partes e/ou produtos, ou correções justificadas a partir dos resultados das atividades anteriormente descritas;
- f) decisões sobre o fluxo produtivo, especialmente, quando há a utilização do JIT / *Kanban*;
- g) rodízio de atividades: em algumas fábricas, a mão-de-obra, em sua totalidade ou em parte, é treinada para trabalhar em diferentes postos; e
- h) responsabilização por atividades de manutenção rotineiras: embora isto fosse mais citado do que observado, as empresas mais avançadas em programas de Qualidade & Produtividade (Q & P) estão introduzindo este tipo de atividade, pois, tendo seus processos produtivos mais integrados e “enxutos”, não podem ter problemas no fluxo produtivo devido a quebras de equipamento.

Tabela 2.3 – Promoção de cursos/treinamentos para mão-de-obra operacional na indústria paulista (em %)

Discriminação	PIAM-90	PIAM-92
Promovem cursos/treinamentos	47	53
- para semiquualificados	33	40
- para qualificados	40	46
- para técnicos de nível médio	34	37
Promovem cursos/treinamentos		
- estabelecimentos pequenos (50-99 empregados)	13	22
- estabelecimentos médios (100-499 empregados)	43	53
- estabelecimentos grandes (500 ou mais empregados)	78	87
Informantes (n° = 100%)	631	991
- estabelecimentos pequenos	156	299
- estabelecimentos médios	263	409
- estabelecimentos grandes	212	283

Fonte: SENAI-SP – PIAM-90 e 92, citado por LEITE (1995:166).

A investigação empírica de FERRAZ & CAMPOS (1990), sobre o impacto causado pelo uso de inovações modernizantes (automação industrial de base microeletrônica e novas técnicas organizacionais), com ênfase nas mudanças ocorridas na organização da produção e no perfil de qualificação da mão-de-obra, identifica que, em todas as áreas de produção, diminui o emprego dos operários menos qualificados e cresce o emprego daqueles com formação profissional mais sofisticada. Segundo os autores, esse “perfil do emprego” mostra que as novas tecnologias difundem-se com o emprego de pessoal mais qualificado, contrariando, assim, as hipóteses de analistas que enfatizam a idéia de desqualificação e de polarização das qualificações. A Tabela 2.4 traz as áreas de conhecimentos, e a Tabela 2.5, os atributos, apontados pelas empresas pesquisadas por FERRAZ & CAMPOS, considerados importantes para 70% a 75% do painel da pesquisa.

Tabela 2.4 – Áreas de Conhecimento Relevantes para Automação Industrial e Novas Técnicas Organizacionais

Automação Industrial		Técnicas Organizacionais	
Áreas de Conhecimento Relevantes	% de Respondentes	Áreas de Conhecimento Relevantes	% de Respondentes
Informática	82	Processo global de fabricação	87
Eletrônica	73	Gestão da produção	74
Processo global de fabricação	72	Estatística	70
Funcionamento de máquinas	70	Conhecimento geral	68
Manutenção	58	Informática	65
Eletricidade	58	Funcionamento de máquinas	33
Mecânica	57	Manutenção	29
Estatística	44	Mecânica	23
Conhecimento geral	42	Eletrônica	16
Gestão da produção	42	Eletricidade	12
Geometria	31	Geometria	9

Fonte: FERRAZ & CAMPOS, 1990.

Tabela 2.5 – Atributos Relevantes para Automação Industrial e Novas Técnicas Organizacionais

Automação Industrial		Técnicas Organizacionais	
Atributos Relevantes	% de Respondentes	Atributos Relevantes	% de Respondentes
Raciocínio lógico	88	Iniciativa para resolução de problemas	85
Habilidade para aprender novas qualificações	86	Identificação com os objetivos da empresa	85
Conhecimento técnico geral	85	Habilidade para aprender novas qualificações	79
Responsabilidade com o processo de produção	75	Responsabilidade com o processo de produção	78
Iniciativa para resolução de problemas	68	Raciocínio lógico	78
Concentração	65	Conhecimento técnico geral	73
Disciplina	65	Disciplina	71
Aspiração profissional	59	Relacionamento com vários níveis hierárquicos	70
Identificação com os objetivos da empresa	58	Comunicação verbal	69
Habilidade para a manutenção	50	Aspiração profissional	67
Relacionamento com vários níveis hierárquicos	34	Comunicação escrita	60
Comunicação escrita	33	Concentração	49
Coordenação motora	25	Habilidade para a manutenção	23
Comunicação verbal	19	Coordenação motora	12
Destreza manual	19	Destreza manual	9

Fonte: Ferraz & Campos, 1990.

De acordo com as conclusões de FERRAZ & CAMPOS (1990:40, grifos no original), “os principais resultados obtidos pela adoção de inovações modernizantes são três:

- 1) seqüências produtivas integradas, onde estoques e tempos mortos são minimizados. (...).
- 2) controle efetivo e programável sobre os equipamentos, o processo de produção e seus resultados. A precisão dos controles microeletrônicos sobre equipamentos e processos é muito maior que o controle exercido pela destreza manual ou por equipamentos tradicionais de controle de processos. Além disto, a geração de informações sobre o desempenho de atividades produtivas é maior e de melhor confiabilidade, aumentando o número de ferramentas disponíveis para a gestão da produção. Os sistemas de qualidade também favorecem a maior confiabilidade dos resultados das atividades produtivas.

- 3) *flexibilidade na definição do mix de produtos. A automação programável e as técnicas do tipo Just in Time implicam em um aumento significativo da capacidade de adequação da firma às mudanças na demanda por tipos e quantidades de produtos.*

Os itens 1) e 3) acima, que trazem, respectivamente, a noção de integração e flexibilidade, isto é, a idéia de minimização dos tempos mortos da produção e do aumento da capacidade de adequação, a um menor tempo possível, às variações das demandas particulares do mercado, principalmente por meio do aumento do *mix* de produtos (economia de escopo) serão discutidos mais detalhadamente na próxima seção.

2.5 Flexibilidade e Integração: Conceitos e Dimensões

No que concerne à organização do trabalho, a novidade do novo sistema de organização do trabalho está na flexibilidade adicionada ao processo de trabalho, com o intuito de alcançar os objetivos de ampliação da produtividade, melhoria da qualidade do produto e variedade de produção. Na verdade, encontram-se nesses objetivos as condições viabilizadoras da superação dos modelos organizacionais rígidos pelo flexibilizado. Nesse sentido, vale tentar uma definição mais aprofundada do que é uma organização flexível do trabalho, como uma forma de diferenciar esse tipo de organização do modelo taylorista/fordista (ARRUDA, 1997).

Flexibilidade, como um atributo dos sistemas produtivos tomados num sentido amplo (e não só de processo de trabalho), é pouco definível de modo geral, de conceituação complexa, necessitando de várias considerações. Ela não é uma propriedade única e homogênea dos sistemas produtivos, sendo sua definição associada referente a um dado contexto. Assim, o conceito de flexibilidade está relacionado com “*a habilidade de um sistema produtivo assumir ou transitar entre diversos estados sem deterioração significativa, presente ou futura, de custos, qualidade e tempos, sendo uma variável não homogênea, definível a partir de aspectos intra e extrafábrica. As necessidades de flexibilidade de uma empresa relacionam-se a contextos definidos pela relação produto-processo-mercado e pela sua opção competitiva, não sendo, portanto, generalizáveis.*” (SALERMO, 1993, 1995).

No modelo interpretativo e analítico proposto por SALERMO (1993, 1995), baseado, por um lado, nas dimensões de flexibilidade e, por outro, nos critérios de sua

avaliação (inovação, tempo, custo e qualidade), as necessidades de flexibilidade das operações empresariais-fabris propriamente ditas podem assumir diversas formas:

- 1) Flexibilidade de volume: capacidade para variar o volume de um ou mais itens sem afetar significativamente os custos ou margem operacional;
- 2) Flexibilidade de gama ou família: capacidade de introduzir, retirar e/ou modificar produtos, peças e componentes de linha (diferenciação e variabilidade do produto);
- 3) Flexibilidade de *mix*: capacidade de suportar alterações no *mix* de produção, dentro de uma dada família de produtos, peças ou componentes. Muito ligada aos tempos de preparação de máquinas (*set up*);
- 4) Flexibilidade para suportar sazonalidades na produção: capacidade de suportar sazonalidades na demanda/produção de bens. Difere da flexibilidade de volume devido ao conhecimento prévio do comportamento sazonal do mercado;
- 5) Flexibilidade para suportar mal-funcionamento do sistema produtivo: capacidade de resposta a imprevistos (falta de suprimentos, variabilidade de matéria-prima, variabilidade de equipamentos, quebras, problemas de coordenação etc);
- 6) Flexibilidade para suportar erros de previsão: diz respeito à minimização dos seus efeitos. Tem relação direta com a acuidade, presteza e funcionalidade dos sistemas de informações para a gestão;
- 7) Flexibilidade social extra-empresa: relativa à legislação e regulamentação social e sindical, sendo um de seus principais aspecto ligado à flexibilidade nos contratos de trabalho (possibilidades de variar o emprego, os salários, horários e o local de realização do trabalho);
- 8) Flexibilidade estratégica: capacidade de a empresa conseguir mudar sua estratégia econômica, social etc, alterando as estratégia de negócios (relação produto-processo-mercado) e/ou sua estratégia de produção sem degeneração ou perdas significativas.

Por outro lado, CORIAT (1988), ao analisar as novas formas e conceitos de organização da produção, define em detalhes alguns aspectos caracterizadores de um

processo de trabalho flexível, ou seja, uma linha de produção flexível contempla algumas das seguintes dimensões:

- 1) flexibilidade do *mix* de produtos – segundo as características ou valor de uso do produto a ser fabricado, refere-se à possibilidade de fabricar, simultaneamente, um conjunto de produtos com características de base comum;
- 2) flexibilidade de peças – diz respeito à possibilidade de acrescentar ou suprimir uma peça do processo;
- 3) flexibilidade de mudança de projeto – capacidade de modificar rapidamente o processo para mudar as características a serem dadas a uma peça;
- 4) flexibilidade de volume – capacidade do sistema de adaptar-se às flutuações de volume da produção de uma peça, alterando os ritmos e os tempos de transição e de ocupação das ferramentas;
- 5) flexibilidade de rotação – dada uma situação com máquina bloqueada, em parte ou saturada, o sistema automaticamente tem a capacidade de redirecionar uma peça para uma máquina e um espaço de trabalho livres e prontos para serem acionados.

Dessas perspectivas da flexibilidade, de acordo com CORIAT (1988), é possível afirmar que é próprio da flexibilidade favorecer a maximização das taxas de utilização das capacidades instaladas e a aceleração da amortização dos equipamentos. Nesse sentido, é fundamental o papel que desempenha a flexibilidade em relação à ampliação das possibilidades de economia de escopo. Para o autor, a emergência de novas normas de consumo e a conseqüente alteração do perfil da concorrência é que geram a necessidade de linhas flexíveis, capazes de fabricar diferentes produtos, em um tempo reduzido de adaptação e sem exigir uma reorganização maior. Essas novas características da demanda (instável, volátil, diferenciada) devidas ao perfil mais complexo do consumidor e à diversidade das categorias e à variedade de segmentos de mercado, colocaram em evidência a desigual capacidade das empresas de adaptar sua estrutura e composição de sua oferta a diferentes exigências qualitativa e quantitativa da demanda, ou seja,

“Em termos práticos, isso significou uma mudança nos entraves que pesavam sobre o sistema produtivo. Ao objetivo de quantidades e de volumes ao menor custo possível, conjugou-se doravante o objetivo da qualidade, no sentido de que ganhar mercado supõe

uma capacidade de adaptar-se rapidamente a um tipo particular de produto, obedecendo a normas e especificações cambiantes. Em síntese, isso significa que satisfazer à demanda supõe, atualmente, menos a geração de séries muito grandes de produtos padronizados, e mais a obtenção de uma capacidade de produzir, em séries mais restritas, bens diversificados e dirigidos para atender demandas particulares, elas próprias cambiantes em qualidade.” (CORIAT, 1988:19).

Como decorrência das constantes alterações das condições da demanda, as empresas sofrem pressões constantes para melhorar o preço, a qualidade e a flexibilidade simultaneamente. Baseado nesse cenário, FLEURY & MUSCAT (1992) construíram um modelo sobre a trajetória da estratégia competitiva das empresas, esquematizado no Quadro 2.2, em que se considera a gestão da manufatura como função de caráter estratégico e parte integrante da inteligência da empresa.

Quadro 2.2 – Evolução das estratégias de competição baseadas na manufatura

custo	custo e qualidade	custo e qualidade e tempo	custo e qualidade e tempo e flexibilidade	custo e qualidade e tempo e flexibilidade e originalidade
-------	-------------------------	---------------------------------------	---	---

Fonte: FLEURY, 1994.

Nessa tipologia, é importante ressaltar não só o caráter sequencial das estratégias, mas também a questão de cada nova dimensão da estratégia que, ao ser adicionada, reforça a capacidade de competir baseada nas dimensões anteriores.

CRIVELLARI & TEIXEIRA (1989), em seu estudo de caso sobre a introdução da microeletrônica na indústria de processo contínuo, propõem o Quadro 2.3, baseado no trabalho de PEREZ (1985), que constitui em uma tentativa de entender e prognosticar as mudanças organizacionais, decorrentes da introdução de tecnologias de base microeletrônica, contrapondo as principais características técnicas e organizacionais dos novos sistemas de produção com as características do modelo de produção em massa fordista.

Quadro 2.3 – Características Técnicas e Organizacionais dos Sistemas de Produção

Sistemas de produção baseada na microeletrônica	Sistemas de produção em massa
1) Intensidade de informação	1) Intensidade de energia e material
2) Flexibilidade: <ul style="list-style-type: none"> a) economia de escopo ou de especialização, baseada na flexibilidade b) mudança técnica acelerada c) sistemas definidos pelo consumidor 	2) Produção em massa: <ul style="list-style-type: none"> a) economia de escala, baseada na homogeneidade b) estratégia de mudanças mínimas c) produtor determina os produtos
3) Modelo Organizacional: <ul style="list-style-type: none"> a) organização interna de sistematização (ênfase no software organizacional), com seu caráter sistêmico e feedback interativo b) relação produção/mercado, através da monitoração on line c) gerência baseada na informação d) decisão descentralizada 	3) Modelo Organizacional: <ul style="list-style-type: none"> a) organização interna através da automação, em que prevalece a máquina (hardware) b) relação produção/mercado, através de planejamento periódico c) gerência baseada na intuição e habilidade d) controle burocrático hierárquico

Fonte: CRIVELLARI & TEIXEIRA (1989), adaptado de PEREZ (1985).

Para CRIVELLARI & TEIXEIRA, o que se depreende do quadro apresentado é que a capacidade de tornar a produção flexível às demandas de mercado deve ser correspondida por um modelo organizacional de maior flexibilidade, sintonizado com as necessidades e demandas do mercado, gerenciamento e decisões baseadas no uso intensivo da informação e de sistemas definidos pelo consumidor. No entanto, os autores salientam que, habitualmente, o que se observa é a permanência da estrutura convencional da organização, mesmo com a implantação de sistemas automatizados e integrados. Isto foi confirmado no estudo de caso deles, em que, até o período da realização a pesquisa, a organização da produção não havia sido significativamente alterada. Na realidade, foram introduzidas pequenas mudanças, com vistas a adaptar a estrutura existente à implantação dos equipamentos automatizados.

Esses dois autores apontam ainda para o fato de que, durante o processo, a atividade humana caracteriza-se pela monitoração e controle das variáveis do processo, de maneira a

propiciar uma intervenção rápida e eficaz sobre os equipamentos, cujos eventos imprevistos fazem parte da rotina dessas plantas (de processo contínuo). Os que os autores querem enfatizar é que a capacidade do homem intervir eficientemente é fundamental na indústria de processo contínuo, sendo crucial para a determinação da *performance* dos equipamentos e, por consequência, da planta, considerando-se o alto valor dos investimentos em capital fixo.

O fato de a linha de produção ser gerida de maneira automatizada não significa, de forma alguma, que os conceitos organizacionais que a orientam sejam necessariamente inovadores. Não há paradoxo algum na existência de linhas de fabricação fundadas sobre novas tecnologias e, ao mesmo tempo, em velhos conceitos organizacionais. Ao contrário, a sofisticação tecnológica – caso ela seja tomada como critério de avaliação – pode perfeitamente obscurecer a apreciação das autênticas novidades organizacionais, as quais podem ser obtidas, em certos casos, por meio de uma reduzida inovação tecnológica, e até mesmo na ausência de inovações. Dessa forma, a combinação (ou não) do duplo processo de inovação organizacional e/ou tecnológico leva, nas últimas décadas, à identificação de diferentes arranjos organizacionais e tecnológicos. De uma forma polarizada, tem-se, de um lado, um efetivo enrijecimento tecnológico, com base no conceito de organização clássica, de outro, uma autêntica inovação organizacional sem qualquer adoção de conteúdo tecnológico (CORIAT, 1988).

CORIAT complementa que, de outro lado, essas inovações propiciaram uma maior integração do processo produtivo, compreendida como a eliminação, ao máximo, dos tempos mortos da produção, convertendo-os em tempos produtivos. A integração, no plano tecnológico, desenvolveu-se da adoção combinada da automação e da informatização de tarefas e de funções de gestão da produção; e, no plano organizacional, foi alcançada devido à organização do trabalho em células; e a uma melhor gestão do capital circulante por meio do JIT e *Kanban*.

A idéia de integração está bastante ligada à redução dos tempos globais de produção (*lead time*), à otimização da relação entre os tempos operatórios e os tempos de circulação do produto em processo (CORIAT, 1988), e a integração, por sua vez, “*estaria respondendo à crise de produtividade intrínseca ao modelo clássico de organização ou, ainda, à crise do fordismo nos países centrais.*” (SALERMO, 1993). Assim, para CORIAT (1988), o contexto de surgimento das novas tecnologias pode ser caracterizado como

marcado por uma dupla série de fenômenos, parcialmente conexos entre si, correspondendo a mutações súbitas do processo de acumulação do capital da crise atual:

- a primeira série de fenômenos é referente ao enfraquecimento relativo das técnicas tayloristas e fordistas de organização do trabalho como meio de obter aumentos de produtividade;
- a segunda série de fenômenos diz respeito à instabilidade dos mercados e das novas normas de consumo, colocando em questionamento a capacidade de atender a essa demanda.

As limitações impostas pelas séries acima citadas suscitam e favorecem a emergência de um novo paradigma em matéria de engenharia produtiva: a busca da integração, como caminho renovado para a obtenção de produtividade. E a plena exploração dos potenciais benefícios da integração supõe a introdução de inovações organizacionais no arranjo das linhas produtivas, integrando as seqüências temporais da produção, visando a obter a maior capacidade produtiva e a reduzir tempos de trabalho e de operação. De acordo com ZARIFIAN (1990), observa-se, na indústria, a tendência de um movimento de integração e informatização dos sistemas de produção, sendo a integração técnica e organizacional um fenômeno bem identificado nos seguintes casos:

- de integração de máquinas especializadas em máquinas polivalentes (por exemplo, na passagem das máquinas-ferramentas aos centros de usinagem);
- de integração de máquinas em células de produção, com circulação automática do material entre as máquinas;
- de integração organizacional das máquinas ou das células em linhas de produção de fluxo contínuo;
- de interconexão ou integração em redes dessas linhas, no movimento de transformação da produção em sistemas integrados.

A tendência de uma integração mais intensa das seqüências e das operações de produção nasceu diretamente dos princípios de economia de tempo taylorista e fordista. Trata-se de eliminar, ao máximo, os tempos mortos da produção, reduzindo os tempos gerais de circulação (alimentação – transferência) e buscando elevar, numa mesma fração de hora, os tempos de ocupação efetiva da maquinaria, dos manipuladores, ou dos homens

para o segmento de tarefas não-automatizadas. Numerosos estudos norte-americanos, em especial, de SHAIKEN (1985), têm demonstrado que a uma taxa relativamente baixa de ocupação de máquinas e ferramentas na indústria manufatureira (Quadro 2.4) correspondem a importantes reservas de produtividade (Quadro 2.5) a serem exploradas com uma nova organização da produção (CORIAT, 1988).

Quadro 2.4 – Tempo efetivo de operação de máquina-ferramenta, considerando o tempo de ciclo

TEMPO DE CICLO		
100%	5% - TEMPO DE MÁQUINA	30% - USINAGEM
		70% - POSICIONAMENTO, REGULAGEM ETC
	95% - TEMPO DE MOVIMENTOS E DE COLOCAÇÃO DE PEÇAS	

Fonte: SHAIKEN, 1985.

Quadro 2.5 – Taxa de utilização efetivamente produtiva, considerada no período de um ano

100%	34% - FÉRIAS, FERIADO ETC
	44% - 2º E 3º TURNOS
	2% - TEMPOS MORTOS
	12% - COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO
	2% - CONDIÇÕES INADEQUADAS DE CORTE
	6% - PRODUÇÃO

Fonte: SHAIKEN, 1985.

No essencial, por meio da taxa maior de ocupação das máquinas e, de forma geral, dos equipamentos instalados, propiciados pelas novas tecnologias e conceitos organizacionais, tem-se, por consequência, uma melhor utilização do capital fixo. Embora esteja na linha de recomendações e dos preceitos tayloristas da economia de tempo, a inflexão provocada pela utilização das tecnologias da informação conduz a um deslocamento: cuida-se mais do trabalho morto e da racionalização dos tempos de máquina do que da intensificação do trabalho vivo. Em termos econômicos, essas inovações introduzem modalidades originais, que dizem respeito ao custo de utilização do capital. A redução dos custos de produção é buscada, dessa forma, menos a partir da intensificação do trabalho vivo – chave da eficiência taylorista – do que pela produtividade da máquina.

Conclusões

O processo de reestruturação produtiva no Brasil vem, desde meados dos anos 1980, alimentando novas práticas no setor industrial, cada vez mais voltado para a busca de integração, flexibilidade, competitividade, enfim. Essa nova trajetória ou nova prática produtiva é uma questão não apenas de “liderança”, mas, sobretudo, de sobrevivência, em face do novo contexto econômico e social que se desenha.

O acirramento da competição por parcelas maiores de mercado levou as empresas a buscarem na automação e nas modernas formas de gestão da produção e do trabalho meios de elevar a produtividade. Essa procura de aumento da competitividade não se limitou ao incremento da produtividade, mas também à redução dos custos de produção no qual se destaca a eliminação de postos de trabalho, em particular, do pessoal ocupado na produção.

A escala de produção, a padronização, o acesso e o controle de matérias-primas e outros insumos, que faziam da verticalização uma vantagem competitiva, e, principalmente, a mão-de-obra barata estão perdendo muito sua importância na concorrência capitalista. Ganham peso e relevância as economias no uso do capital, implicando reduzir ao máximo as perdas por peças defeituosas e redução do nível de estoques; a diversificação da produção, de modo a poder suprir mercados simultaneamente, conforme a variações na demanda; e uma rede ágil de fornecedores e distribuidores. Essa alteração radical na importância relativa das variáveis que afetam a competitividade, e, portanto, a estratégia empresarial, decorre, por sua vez, de inovações tecnológicas nas

formas de automação industrial e nas formas de organizar o processo de trabalho (SALM, 1995).

Desse modo, empresas líderes e/ou inovadoras acabam definindo trajetórias potencialmente “qualificantes”, que demandam aprendizagem contínua em dois níveis:

- de toda a organização, entendida como capacidade de adaptação, mudança, nos produtos, processos, equipamentos, funções, formas de gestão;
- dos agentes produtivos, desafiados a aprender, desenvolver-se renovar-se, por meio de mecanismos formais e não-formais.

Começam, de todo modo, a se constituir, nesse processo, um novo perfil e novo conceito de qualificação, que vão além do simples domínio de habilidades motoras e disposição para cumprir ordens, incluídas também ampla formação geral e sólida base tecnológica. Não basta mais que o trabalhador saiba “fazer”; é preciso também “conhecer” e, acima de tudo, “saber aprender”. Essas características tendem a disseminar-se nas empresas, independentemente da adoção de equipamentos automatizados. As empresas, à medida que desenvolvem estratégias orientadas para maior flexibilidade e integração, estendem os requisitos do novo perfil para o coletivo dos trabalhadores, e não apenas para os diretamente envolvidos com novas tecnologias (LEITE, 1997). Porém, a despeito dessa convergência e crescente difusão, a nova trajetória está longe de ser exclusiva. Novas e velhas práticas produtivas coexistem, tanto no plano técnico-operacional, como da gestão do trabalho e da qualificação – mesmo no âmbito das empresas mais inovadoras.

Qualificação passa, então, a definir-se menos como “estoque de conhecimentos/habilidades”, mas, sobremaneira, como competência ou capacidade de agir, intervir, decidir em situações nem sempre previstas ou previsíveis. O desempenho e a própria produtividade global passam a depender em muito dessa capacidade e agilidade de julgamento e de resolução de problemas. O novo perfil valoriza traços como participação, iniciativa, raciocínio e discernimento. Da perspectiva da empresa, não basta mais contar com o “típico operário-padrão”, pronto a “vestir a camisa” da empresa. É preciso, antes de tudo, garantir o trabalhador “competente”, capaz de “pensar pela empresa”.

Como contrapartida, grande parte das empresas começa a assumir responsabilidades no processo de qualificação dos trabalhadores. Os investimentos em educação básica e profissional respondem a novos requisitos que emergem do processo de

inovação tecnológica e organizacional, tais como integração, confiabilidade, qualidade, procurando também compensar, em certa medida, deficiências de escolaridade básica do trabalhador. A tecnologia propicia, por meio de novos métodos organizacionais, de gestão do trabalho e da ampliação da automação industrial, reafirmar a lógica da autoridade do capital sobre o trabalho. Autoridade presente mediante um discurso que procura estimular o trabalhador na incessante busca pelo aumento da qualidade e da produtividade, pois, ao contrário, a empresa não sobreviveria num mercado competitivo. A autoridade é construída, por um lado, sob a configuração de um mercado caracterizado pela concorrência acirrada e, de outro, pela proposta de aumento da participação dos trabalhadores na gestão da através dos programas de qualidade. A combinação desses dois fatores permite às empresas incrementar a competitividade de seus produtos e manter-se presente no mercado. A reorganização dos processos produtivos possibilita a eliminação de tempos “mortos” na produção, intensificando o uso do trabalho. Assim, é possível perceber quais os considerados “excedentes” nas linhas de produção ou mesmo ampliar a produção sem o conseqüente aumento de trabalhadores. A vantagem destes programas é a de atribuir ao trabalhador o *status* de parceiro ou colaborador incrementando suas responsabilidades sem necessariamente elevar o seu salário.

Os dados analisados por LEITE (1995) indicam que a indústria vem investindo em escala ampla e crescente na formação e requalificação dos trabalhadores, especialmente desde meados da década passada. Esse investimento responde a novos requisitos que emergem do processo de inovação tecnológica e organizacional. Por outro lado, configura uma estratégia de compensação de deficiências de escolaridade básica, que comprometem até o desempenho mínimo do trabalhador. Por isso, mesmo que não sejam altamente inovadoras, muitas empresas estão investindo em qualificação e requalificação de seus empregados, transformando-se, figuradamente falando, também em “escola” (LEITE, 1995).

CAPÍTULO 3

OS IMPACTOS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E ORGANIZACIONAIS SOBRE O PERFIL DA MÃO-DE-OBRA OCUPADA, A PRODUTIVIDADE E OS CUSTOS DE PRODUÇÃO

O fenômeno da reestruturação produtiva, a partir dos anos 1980, e, sobremaneira sua intensificação nos anos 1990, tem exigido das empresas uma mudança substancial nas suas estratégias e na gestão de seus processos. De fato, novos requerimentos da competitividade internacional estão demandando novos princípios e práticas de gestão, determinando uma transformação nas relações com clientes, com fornecedores e com os próprios funcionários das empresas. Essas novas práticas produtivas tornam-se uma questão não apenas de liderança, mas, sobretudo, de sobrevivência, em face do novo contexto econômico e social que se desenha.

Este capítulo propõe apresentar um estudo de caso sobre a introdução de inovações técnicas e organizacionais em uma empresa multinacional de grande porte, de processo de fluxo contínuo. O objetivo principal é uma avaliação quantitativa e qualitativa dos impactos das inovações tecnológicas e inovações organizacionais adotadas, no que tange à evolução da produtividade e da redução dos seus custos, e ao novo perfil de qualificação requerido da mão-de-obra. A empresa, pelo fato de pertencer a um grupo que ocupa as primeiras posições na produção mundial, dentro do seu ramo de atividade, e pelo seu *market share* de mais de 60% no mercado brasileiro, representa um retrato da tendência a ser seguida por essa indústria, não apenas no Brasil, mas em nível mundial. Este capítulo propõe, ainda, uma análise qualitativa dos reflexos dessas inovações na flexibilidade operacional (isto é, rápida resposta às flutuações do mercado e aos novos requisitos para a fabricação).

Convém enfatizar a opção assumida neste capítulo, de tentar avaliar as mudanças adotadas pela empresa sob os fundamentos teóricos, a abordagem neo-schumpteriana e as

principais tendências no processo de reestruturação em curso, seja no aspecto da estrutura organizacional ou nos novos requerimentos da mão-de-obra, presentes nos dois primeiros capítulos desta dissertação, associando-os com o estudo de caso.

No campo da qualificação do trabalhador e da organização do trabalho, a natureza da tecnologia, em si, é concebida por muitos autores como uma variável importante para entender seus impactos. No entanto parece que não existe uma tendência universal que determine a desqualificação do trabalhador. O estudo de caso em questão exemplifica os ganhos decorrentes de uma maior qualificação do trabalhador, por meio de um significativo incremento da carga-horária de treinamentos, não só específicos, mas também atitudinais, comportamentais e do conhecimento. Mais do que o impacto da nova tecnologia em si, sua maior ou menor influência na capacitação do trabalhador, depende dos objetivos estratégicos das empresas e das decisões gerenciais de como é ela usada.

A preocupação em relacionar a política gerencial aos efeitos na qualificação e organização do trabalho está vinculada às conclusões recentes a que chegaram alguns autores sobre as conseqüências do avanço da microeletrônica. De fato, as expectativas mais correntes sobre os impactos inevitáveis – ou deterministas – da nova tecnologia sobre a organização do trabalho não encontram respaldo no que vem sendo observado no mundo empresarial. Muitos autores já haviam chamado a atenção para o fato de que o resultado final da adoção de uma nova tecnologia irá depender do caráter social do uso e da difusão dessa tecnologia. A natureza da tecnologia em si é vista por esses autores como uma variável importante para entender seus impactos, porém, não suficiente para a definição da obtenção de determinados resultados.

A primeira seção que compreende este capítulo, destina-se a contextualizar o cenário no qual o ramo de atividade da empresa está inserido, apresentar o perfil da empresa e dar uma visão geral do seu processo produtivo. Na seção 3.2, discute-se os aspectos tecnológicos concernentes ao processo mudança do padrão tecnológico e suas conseqüências para a mão-de-obra e a produtividade. As seções 3.3 e 3.4 tratam das mudanças organizacionais adotadas e dos seus impactos nos requerimentos da qualificação da mão-de-obra, respectivamente. Finalmente a seção 3.5 reserva-se à análise e avaliação dos impactos decorrentes das inovações

modernizantes implementadas, em termos da dimensão da flexibilidade de seu *mix* de produtos e ainda da evolução da produtividade e dos custos decorrentes dessas mudanças.

3.1 Caracterização do Setor e da Empresa Pesquisada

O setor em que a empresa pesquisada atua vem passando por importantes transformações a partir da década de 1990, menos como reflexo dos impactos da abertura comercial – que se deve ao desprezível volume de importações para o produto não-durável desse setor – e mais pela estabilização da economia brasileira que caracterizou a década, e a intensificação da busca por aumento de produtividade. As características particulares de comercialização do produto dessa indústria, o cenário de desestabilização econômica e os altos índices de inflação brasileira da década de 1980 propiciavam ganhos significativos oriundos da aplicação financeira do faturamento das empresas, fazendo com que as do setor focalizassem a economia de escala como forma de aumentar a lucratividade. A mudança do contexto macroeconômico na década de 1990, com o controle dos níveis de inflação em patamares muito baixos, e a intensificação da concorrência – conjugada a um longo período de arrefecimento do crescimento do mercado interno e externo – obrigaram as empresas do setor a adotarem estratégias de reestruturação, que se traduziram na racionalização dos fatores para redução de seus custos e na modernização dos seus processos produtivos.

É necessário enfatizar que há outra dimensão também muito relevante da dinâmica concorrencial que não será parte do escopo desta dissertação. Trata-se da competência relacionada à gestão das marcas pertencentes à empresa, construídas ao longo de sua existência e que não podem ser simplesmente compradas pelos agentes, pois não estão disponíveis para serem comercializadas. A competência da gestão do portfólio de suas marcas constitui-se em uma vantagem competitiva crucial em relação aos seus concorrentes, e, é de responsabilidade da matriz da empresa, situada em uma localidade diferente da planta do estudo de caso. As marcas da empresa, dentro do contexto de oligopólio diferenciado no qual está inserida, atribuem a ela um caráter único. Elas são o resultado de investimentos estratégicos, bem como

de experiências passadas e do repertório de rotinas no interior da organização, por meio de um processo cumulativo e de contínua evolução.

Observando-se a Tabela 3.1, que mostra a evolução da produção dos principais países produtores, percebe-se, de modo geral, um nível de produção estável com pequenas oscilações dos volumes de produção deles, no período considerado. Somente Estados Unidos e Brasil registraram queda significativa de 70 bilhões e 60 bilhões de unidades, respectivamente.

**Tabela 3.1 – Evolução da produção dos principais países produtores
(bilhões de unidades)**

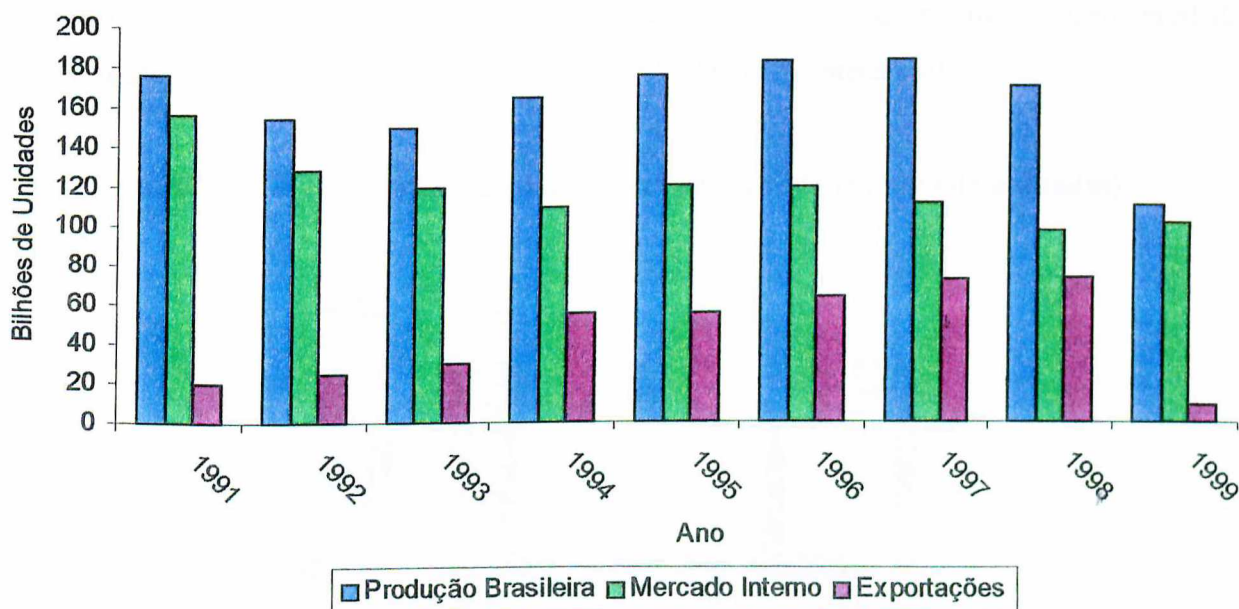
Países	1995	1996	1997	1998	1999
China	1735,00	1712,50	1773,00	1675,00	1675,00
Estados Unidos	746,00	750,00	745,00	716,00	646,00
Indonésia	185,00	193,00	207,00	214,00	219,00
Rússia	141,00	143,00	157,00	179,00	190,00
Japão	263,73	261,40	270,00	188,00	188,00
Alemanha	221,00	220,00	221,00	178,00	180,00
Reino Unido	135,51	125,25	125,00	160,00	155,00
Turquia	97,40	100,00	112,00	114,00	120,00
Brasil	174,60	182,50	182,80	170,00	110,20
Índia	-	-	113,00	106,00	107,00

Fonte: Associação Brasileira do Setor, 2000.

No caso do Brasil, a queda do volume produzido deve ser debitada às alterações na política de exportação para o produto dessa indústria, implementadas pelo governo brasileiro, desde o princípio de 1999, reduzindo a exportação a menos de 10% do ano anterior, como mostra o Gráfico 3.1. Devido a essa mudança brusca nas regras de exportação, por intermédio de um aumento da taxa para esses produtos que desestimulou a exportação para alguns países específicos, a tendência dos aumentos constantes na produção brasileira foi completamente quebrada em 1999. Aliado a um arrefecimento do consumo interno, observado a partir de 1995, a produção brasileira registrou enorme decréscimo, caindo para os mais baixos níveis dos últimos vinte anos. Isso provocou a queda da 7ª posição que o Brasil mantinha até 1998 para a 9ª posição entre os maiores produtores mundiais, ficando atrás do Reino Unido e da Turquia.

Como consequência, apesar de vultosos investimentos realizados nos anos 1990, visando à modernização dos equipamentos e ao aumento da produtividade, a expectativa de expansão produtiva do setor, baseada na conquista de novos mercados, não se concretizou, gerando uma elevada capacidade ociosa nessa indústria no Brasil.

Gráfico 3.1 – Evolução da produção brasileira (bilhões de unidades)



Fonte: Associação Brasileira do Setor, 2000.

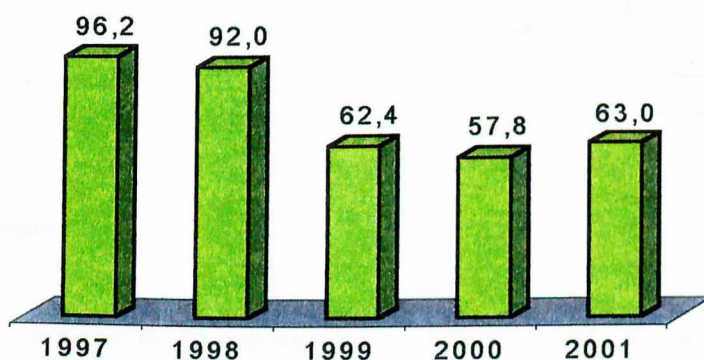
A planta foco do estudo de caso é uma indústria de processo de fluxo contínuo, que produz um bem de consumo não-durável, pertencente a um grupo multinacional, cujo volume de produção está entre os cinco maiores do mundo. Com seu *market share* no mercado brasileiro superior a 60%, a adoção, por parte dessa empresa, de novas formas de gestão dos processos e das estratégias de competitividade representa o retrato da tendência seguida pelo setor do qual faz parte, não apenas no Brasil, mas em nível mundial.

A empresa pesquisada possuía, até início dos anos 1990, várias fábricas distribuídas em todas as regiões do Brasil, com exceção da região Centro-Oeste. Ao longo da década de 1990, reestruturou sua logística de distribuição, concentrando sua produção em apenas duas fábricas

e encerrando a produção daquelas cujos equipamentos já tinham um ciclo de vida bastante prolongado e tecnologicamente muito defasados. A planta localizada no estado de Minas Gerais, inaugurada na década de 1970, é que será objeto deste estudo de caso.

A planta pesquisada responde por mais de 70 % do volume de produção da empresa (ver Gráfico 3.2). É uma planta de grande porte, com mais de 500 empregados, além de mais de 500 empregados terceirizados, pertencentes às várias empresas que prestam algum tipo de serviço fora da atividade-fim da empresa (limpeza e jardinagem, manutenção predial, movimentação de materiais, segurança patrimonial, oficina mecânica etc).

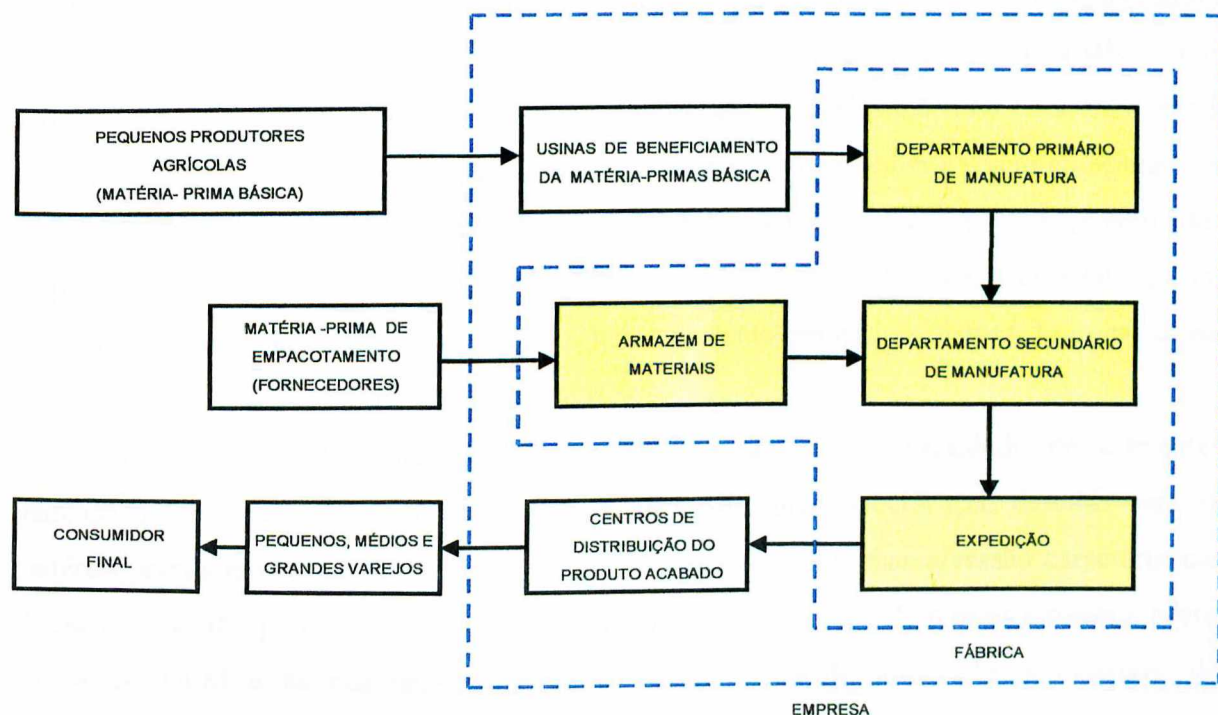
Gráfico 3.2 – Produção anual da planta pesquisada (bilhões de unidades)



Fonte: Elaboração Própria.

É fundamental, para o perfeito entendimento das mudanças ocorridas na planta analisada, uma visão macro do processo, em sua totalidade, e, posteriormente, mais especificamente do seu Departamento Secundário de Manufatura (DSM), objeto do estudo de caso, caracterizando o papel que desempenha na cadeia produtiva, a configuração de suas linhas de produção e do *layout* de suas máquinas, e a composição da mão-de-obra responsável pela sua operacionalização. O contexto a ser descrito, a seguir, é que será a referência adotada como ponto de partida para as inovações técnicas e organizacionais, iniciadas a partir dos anos 1990.

Figura 3.1 Visão Geral do Processo da Planta



Fonte: Elaboração Própria.

Conforme se observa na Figura 3.1, a matéria-prima básica utilizada no produto manufaturado pela empresa pesquisada é um insumo agrícola, produzido por pequenos produtores agrícolas, em sistema de quase-integração, em que a empresa fornece toda a tecnologia e assistência técnica necessárias para a produção, e os produtores, entram com suas propriedades e mão-de-obra. Esse insumo agrícola, por sua vez, sofre um processo de beneficiamento na usina, para ser utilizado no processo de manufatura do produto final, além de compactado e prensado para transporte até a planta. O insumo agrícola básico beneficiado é, então, processado (cortado, adicionado produtos para realçarem suas características, além de controle de umidade etc.) na planta, no seu Departamento Primário de Manufatura (DPM) para sua utilização no produto final. O DSM é a área da planta responsável pela produção propriamente dita, isto é, por meio de seus equipamentos são processadas as matérias-primas para obtenção do produto final. Os equipamentos que compõem o DSM dividem-se em 2 grandes grupos: as elaboradoras, que produzem o produto propriamente dito, e as

empacotadoras, que colocam as matérias-primas de empacotamento envolvendo o produto. Até 1990, antes de se iniciar o processo de modernização no DSM, só havia um tipo de elaboradora e um tipo de empacotadora, que estavam em funcionamento desde a fundação da fábrica nos anos 1970. Adotar-se-á, por convenção e comodidade, a designação de M-1 para essas elaboradoras e de P-1 para as empacotadoras, que se caracterizavam por serem equipamentos com um ciclo de vida já bastante prolongado e tecnologia obsoleta – o projeto das empacotadoras P-1 é da década de 1940 e das elaboradoras M-1, da década de 1950 –, com relação aos disponíveis no mercado, e já em funcionamento em muitas plantas do grupo dessa empresa, situadas em países mais industrializados.

O produto final manufaturado no DSM apresenta uma variedade de diferentes marcas/versões, sendo que, para cada uma delas, existe uma especificação definida para as matérias-primas envolvidas na sua composição, atribuindo a cada marca/versão características físicas e sensoriais particulares. O DSM, de acordo com a Figura 3.1, recebe a matéria-prima básica do DPM e as matérias-primas de empacotamento, de fornecedores externos, do Armazém de Materiais. A matéria-prima básica processada no DPM é armazenada em uma central e é transportada dessa central até o DSM, através de tubulações, por ação de vácuo, até as elaboradoras do DSM por um sistema totalmente automatizado, gerenciado por um *software*, que abastece cada elaboradora com a matéria-prima especificada para a marca/versão que está produzindo. As matérias-primas de empacotamento são abastecidas em *pallets* pelo Armazém de Materiais, e estes são alocados nos módulos de produção ou células de produção.

O produto final das empacotadoras de cada módulo de produção é encaixotado em caixas de papelão, por equipamentos situados no final de cada linha de produção, e essas caixas, por sua vez, são conduzidas através de esteiras transportadoras até a área de Expedição da planta, onde são paletizadas por robôs em *pallets*, que são armazenados, em estrutura porta-paletes dinâmica, por robôs trans-elevadores, que, por meio de gerenciamento de um *software*, armazenam os *pallets* até o momento do embarque, com endereçamento de acordo com a marca/versão, linha de produção e data de fabricação, determinado por esse programa. Esse programa de gerenciamento utiliza o conceito FIFO (“primeiro a entrar, primeiro a sair”)

devido ao fato do produto ser perecível, com prazo de validade inferior a um ano. A produção é enviada para Centros de Distribuição da empresa, localizados em pontos estratégicos do país, e, a partir deles, distribuídos para o varejo, por frota própria da empresa.

3.2 Renovação Tecnológica do DSM

Os anos 1980 foram marcado pelo fim do paradigma intensivo em matérias-primas e energia, e produção em massa inflexível. Como fator-chave do novo paradigma da tecnologia de informação, surgem a eletrônica e toda a gama de produtos que dela advêm. Essa mudança de paradigma requer uma transformação radical. O significativo avanço proporcionado pela evolução da automação baseada na microeletrônica e da engenharia mecânica, no que se refere à elaboração de projetos sofisticados e avançados de máquinas, cujos componentes correspondem à exigência de resistência, robustez e precisão requeridos, possibilitaram elevadíssimas velocidades de produção.

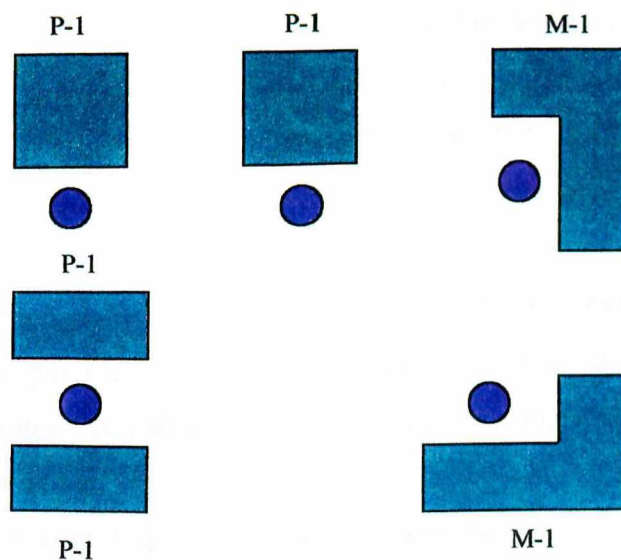
O DSM, até 1989 e o advento da modernização dos seus equipamentos, possuía 5 linhas de produção, com disponibilidade de produzir uma única marca/versão em cada uma delas. E cada linha de produção era constituída por 5 módulos de produção ou células de produção, compostos de 2 M-1 e 2 P-1. A Figura 3.4 mostra o *layout* do módulo de produção 2 M-1 / 2 P-1 e a distribuição dos operadores entre os equipamentos. E, para o *layout* 2 M-1 / 2 P-1, tinha-se uma relação de 108 mil unidades / operador / hora (capacidade máxima de produção).

A mão-de-obra de cada linha de produção do DSM era, então, constituída de:

- 25 operadores de máquina (sendo 2 operadores para as elaboradoras e 3 para as empacotadoras, para cada módulo de produção);
- 6 mecânicos (3 para as elaboradoras e 3 para as empacotadoras);
- 2 técnicos mecânicos (1 para as elaboradoras e para as empacotadoras);
- 1 técnico eletrônico;
- 1 ajudante industrial (abastecimento de adesivo nas máquinas);
- 2 operadores de equipamentos (operação das máquinas de encaixotar);

- 1 inspetor de qualidade (este trabalhava diretamente na inspeção de qualidade na linha de produção, mas pertencia ao Departamento de Controle de Qualidade);
- 1 supervisor de produção.

Figura 3.2 – Layout do módulo 2 M-1 / 2 P-1 com distribuição de operadores



Fonte: Elaboração Própria.

No DSM, objeto do estudo de caso, iniciou-se o processo de modernização tecnológica, a partir de 1990, com a introdução, sob o ponto de vista do padrão tecnológico, de equipamentos de base microeletrônica, destinando-se um total de investimentos da ordem de US\$ 70 milhões, distribuídos ao longo da primeira metade dessa década, visando à melhoria da qualidade do produto e ao aumento de produtividade e flexibilidade, especialmente, flexibilidade de *mix* de produtos, que se refere à possibilidade de fabricar simultaneamente um conjunto de produtos com características de base comum (CORIAT, 1988:88). De acordo com a taxonomia proposta por PAVITT (1984), a empresa pesquisada encontra-se na categoria das firmas dominadas por fornecedores, que adotam as inovações radicais dos produtos deles em seus processos de produção. Essas inovações radicais resultam, por sua vez, de intensas

atividades de pesquisa e desenvolvimento provenientes dos departamentos de P & D dos seus grandes fornecedores de equipamentos.

Os equipamentos antigos do DSM diferem-se em relação aos de tecnologia moderna, principalmente por: (a) baixa velocidade de produção; (b) muitas possibilidades de ajustes mecânicos “finos”, para adaptação do equipamento a variações nas especificações da matéria-prima ligadas ao nível de controle dos processos dos fornecedores; (c) tecnologia baseada em sistemas elétricos e/ou eletrônicos convencionais; (d) dotadas de painel sinótico para indicação apenas de energização e falhas do equipamento. Já os novos equipamentos caracterizam-se por: (a) elevadas velocidades de produção; (b) pouca disponibilidade ou ausência de ajustes para adaptação de variações das especificações da matéria-prima; (c) tecnologia baseada na microeletrônica, como microprocessadores, Controle Lógico Programável (PLC) e análogo digital; (d) dotadas de Interface Homem Máquina, composta de instrumentos de visualização em tela de vídeo, acionado por meio de teclado, para monitoração e operação e, portanto, mais “amigáveis” e “inteligentes”. A Tabela 3.2 mostra, comparativamente, as velocidades entre os equipamentos antigos e novos.

Conforme discutido no Capítulo 1, a pesquisa empírica dos neo-schumpeterianos sobre o aspecto cumulativo da tecnologia enfatiza a grande importância das inovações incrementais tanto quanto das inovações radicais. No estudo de caso em questão, também pode-se constatar uma série de aperfeiçoamentos obtidos ao longo do processo de difusão das inovações de processo introduzidas, associados aos mecanismos de aprendizagem do *learning by doing*, *learning by using* e *learning by interacting*. As muitas inovações incrementais implementadas na empresa pesquisada ocorreram como resultado de invenções e melhorias sugeridas pelos profissionais engajados no processo de produção, particularmente, técnicos e mecânicos, e da interação deles com a equipe de técnicos e engenheiros dos fornecedores de equipamentos. Elas se concretizaram, principalmente por intermédio da evolução da curva de aprendizagem das novas tecnologias introduzidas, aplicando-se o conhecimento, a experiência e *know how* da equipe de produção do “chão de fábrica”, adquiridos ao longo do tempo, na busca de soluções para pontos críticos e “gargalos” dos novos equipamentos, que afetavam significativamente a *performance* deles.

Tabela 3.2 – Velocidades dos equipamentos do DSM (unidades por minuto)

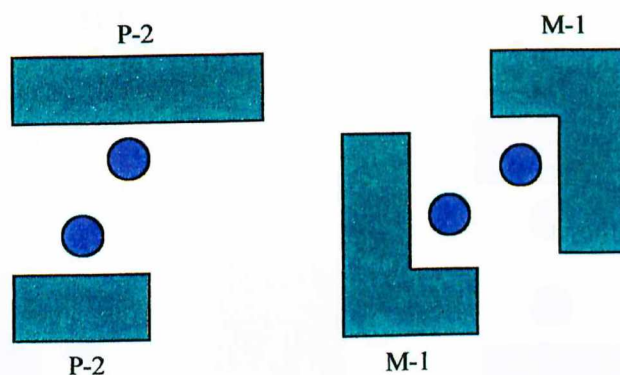
Grupo de Equipamento	Equipamentos Antigos		Equipamentos Novos	
	Denominação	Velocidade	Denominação	Velocidade
Elaboradoras	M-1	4.500 unidades/minuto	M-2	10.000 unidades/minuto
			M-3	16.000 unidades/minuto
Empacotadoras	P-1	4.500 unidades/minuto	P-2	8.000 unidades/minuto
			P-3	8.000 unidades/minuto
			P-4	10.000 unidades/minuto

Fonte: Elaboração Própria.

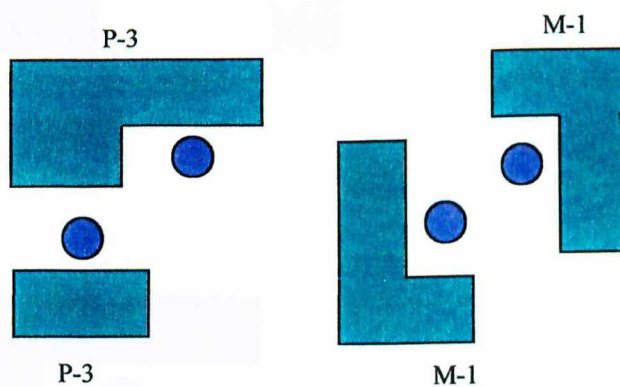
Observação: As empacotadoras envolvem com várias matérias-primas de empacotamento uma quantidade padrão do produto, adotada por convenção pelo mercado, para a venda ao consumidor. Porém, para efeito de comparação de velocidades, suas velocidades foram transformadas para unidades/minuto.

A Figura 3.3 permite visualizar os *layouts* dos novos equipamentos com as respectivas distribuições de operadores, e a Tabela 3.3, as novas relações de volume produzido por operador decorrentes. As relações de volume por operador por hora, da Tabela 3.3, são obtidas, considerando-se a capacidade de produção por hora (ver velocidades das elaboradoras M-1, M-2 e M-3 da Tabela 3.2, e quantidade de elaboradoras de cada *layout*, de acordo com as Figuras 3.2 e 3.3), e dividindo essa capacidade de produção pela quantidade de operadores que compõem de cada *layout* (ver Figuras 3.2 e 3.3).

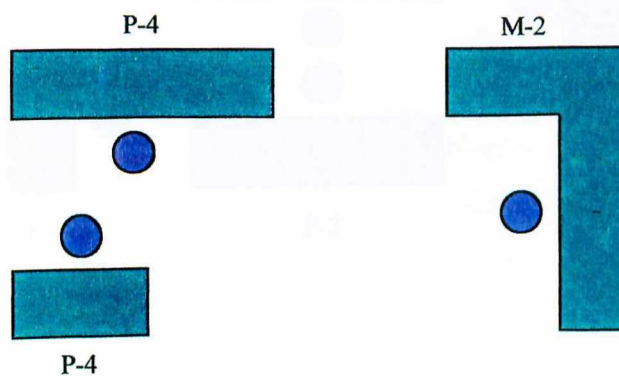
Figura 3.3 – Layouts dos novos equipamentos



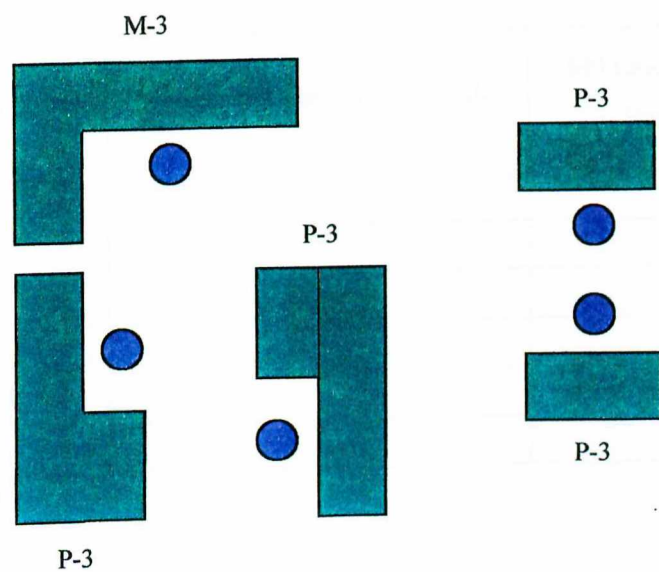
Layout do módulo 2 M-1 / 2 P-2 (1990)



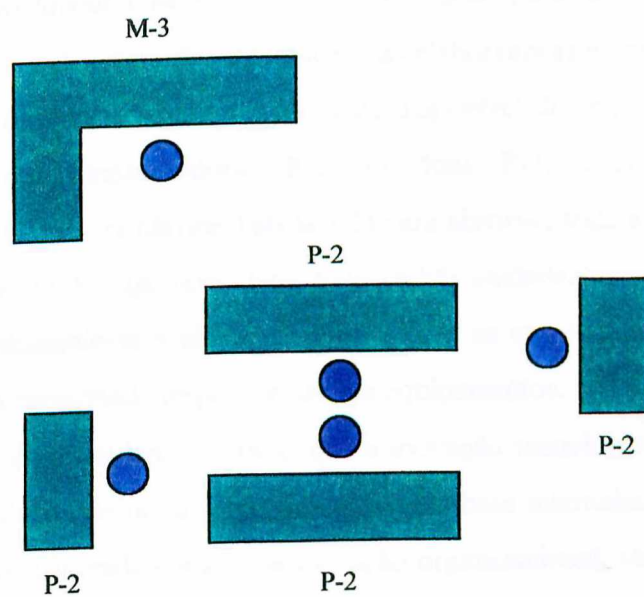
Layout do módulo 2 M-1 / 1 P-3 (1992)



Layout do módulo 1 M-2 / 1 P-4 (1994)



Layout do módulo 1 M-3 / 2 P-3 (1996)



Layout do módulo 1 M-3 / 2 P-2 (2000)

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 3.3 – Relação volume produzido por operador para os vários tipos de *layouts*

Ano	Layout do Módulo	Número de Operadores / Módulo	Mil Unidades / Operador / Hora (capacidade máxima)
Até 1989	2 M-1 / 2 P-1	5	108
1990	2 M-1 / 1 P-2	4	120
1992	2 M-1 / 1 P-3	4	120
1994	1 M-2 / 1 P-4	3	200
1996	1 M-3 / 2 P-3	5	192
2000	1 M-3 / 2 P-2	5	192

Fonte: Elaboração Própria.

Analisando-se a Tabela 3.3, observa-se que os *layouts* 1 M-3 / 2 P-3 e 1 M-3 / 2 P-2 têm uma relação volume produzido por operador de 192 mil unidades/hora, apresentando uma queda em relação ao *layout* 1 M-2 / 1 P-4. A explicação para isto é que na concepção dos *layouts*, a compatibilização entre as velocidades das elaboradoras e empacotadoras constitui-se fator decisivo para se obter a máxima capacidade disponível dos equipamentos. Assim sendo, são necessárias duas empacotadoras P-2 ou duas P-3, com velocidades de 8000 unidades/minuto cada uma (conforme Tabela 3.2) para absorver toda a capacidade de produção de uma elaboradora M-3, cuja velocidade é de 16000 unidades/minuto. Para qualquer outro tipo de *layout*, combinando-se a elaboradora M-3 com as empacotadoras P-1 ou P-4, não se alcançaria a máxima capacidade disponível desses equipamentos.

Finalmente, é conveniente destacar que a inovação tecnológica tratada nesta seção foi basicamente a introdução de novos equipamentos com base microeletrônica, e que a mudança de *layout* pode ser considerada como uma inovação organizacional, visto que privilegia a busca de formas de implantação dos novos equipamentos ou da combinação dos equipamentos novos com os antigos, focalizando a eficácia do sistema de conjunto, ou seja,

“É preciso buscar a eficácia de cada um dos operadores em atividade em cada uma das linhas de produção, e em seguida dos operadores enquanto grupo, e, enfim, a eficácia do

conjunto das linhas, quer dizer, da totalidade da fábrica. É preciso visar a eficácia das partes, mas também do todo.” (OHNO, 1978, citado por CORIAT, 1994:65).

3.3 Inovações Organizacionais no DSM

Desde os anos 1990, caracterizados pelo aprofundamento do processo de abertura comercial e financeira da economia, pelo desmantelamento do Estado e pela prioridade absoluta no combate à inflação, o Brasil vem passando por importantes mudanças no interior das empresas, particularmente no que se refere aos processos de inovação tecnológica. Juntamente com modernização com base nas mudanças de equipamentos (Tecnologia Física), as empresas dos anos 1990 adotaram intensamente a Tecnologia Organizacional (TQC, *just in time*, reengenharia etc). Esses programas mais integrados apresentam feição mais sistêmica, exigindo um maior envolvimento da alta administração das empresas e pressupondo maior envolvimento dos empregados. Essa característica marcante nos anos 1990 tem sido a chamada reestruturação produtiva.

De acordo com CORIAT (1988), paralelamente à introdução de inovações tecnológicas, houve esforços para a direção de desenvolver uma nova cultura empresarial, cujos apelos a conceitos novos de produção enfatizaram o que se convencionou chamar de “abordagem sócio-técnica dos fenômenos da organização do trabalho”. Segundo esse autor, é fundamental para se atingir a eficiência econômica das novas linha produtivas, após as mudanças geradas pela sofisticação tecnológica, fazer uso da capacidade criativa para encontrar os tipos de arranjos adequados, visando ao aproveitamento pleno das disponibilidades colocadas pelos novos equipamentos.

“(...) o determinante-chave das relações de competitividade entre as empresas não está no nível da sofisticação dos equipamentos utilizados, mas na capacidade de inovação e de criatividade desenvolvida nas linhas produtivas, e na capacidade de desenvolver soluções adequadas a cada situação particular, tirando partido de uma ou várias das novas propriedades oferecidas pela série de equipamentos informatizados ou eletrônicos.

Deste ponto de vista, a eficácia do conjunto de uma linha produtiva não se restabelece pela soma das eficácias particulares de cada uma das tecnologias que a compõem. O grau de sofisticação tecnológica, assim, não é critério decisivo. É a nova engenharia produtiva revitalizada pelas disponibilidades criadas pelos novos equipamentos que constitui, do nosso

ponto de vista, a questão central e maior. É esta engenharia que assume uma autêntica força estratégica, no tocante à competição entre as empresas.” (CORIAT, 1988:54-55).

É justamente nesse cenário de interação entre tecnologia física e tecnologia organizacional que a empresa foco do estudo de caso se insere, utilizando-a como estratégia para aumentar sua produtividade e, por consequência, sua competitividade em nível de mercado globalizado. O aumento da produtividade geral – conseguida, principalmente, por meio do melhor aproveitamento da matéria-prima e mão-de-obra – aliado à melhoria nas condições de operação do processo, traduzida em rígidos padrões de segurança e qualidade, determinam a adoção de inovações.

A planta do estudo de caso analisado, visando tirar proveito das propriedades e disponibilidades oferecidas pelas novas tecnologias, e adequando-as à sua situação particular, busca alcançar a “nova engenharia produtiva”, citada por Coriat, com a introdução da filosofia do “*Total Productive Maintenance*” (TPM), em seu DSM, adaptando-a aos seus processos e à sua cultura organizacional, no que se refere à concepção de trabalho utilizada até então nesse departamento. Para se entender a profundidade e extensão das mudanças organizacionais implementadas no DSM, o Apêndice descreve os objetivos e princípios fundamentais do TPM, pilares para alterações significativas, originando novas formas de organização da trabalho e de organização da produção.

A idéia de utilizar os princípios do TPM começou a ser discutida pela gerência da planta em 1994. Como o TPM no Brasil ainda era muito pouco difundido, com um número muito reduzido de empresas utilizando essa filosofia e poucos resultados concretos, não se apresentava para a planta considerada, portanto, a possibilidade de se fazer *benchmarking*. Em 1995, a fábrica priorizou a participação de um grupo de gerentes e supervisores em conferências e seminários sobre TPM, ministrados pelo *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), com o intuito de disseminar os conhecimentos do TPM entre seus executivos. Esses seminários contavam também com a participação de várias empresas dos mais diversos setores, de processo contínuo e de processo discreto, tais como Cofap, GM, Gessy Lever, Mercedes-Benz, Alcoa, Ford, Acesita, Copene, Alumar, Calçados Azaléia, Cervejaria Brahma, dentre outras. A questão central nesses seminários, levantada pelas empresas participantes, era a

procura da resposta, ou respostas, para a pergunta: O que fazer para aumentar a produtividade e reduzir os custos, e, conseqüentemente, tornar-se mais competitivo no mercado mundial? Produtividade aqui entendida como o volume de produção por homem/hora trabalhada, isto é, a relação entre quantidade produzida e o número de horas trabalhadas pelos empregados da empresa, que corresponde ao tradicional conceito de produtividade parcial do trabalho. A fábrica pesquisada encontrou na filosofia do TPM, uma alternativa de obter ganhos de produtividade mediante o aumento do volume de produção como conseqüência do aumento da eficiência dos equipamentos, sendo necessário, para tanto, uma mudança na cultura da organização da produção.

Após esses seminários, os gerentes e supervisores, discutiram a viabilidade de aplicação dos conceitos do TPM, e especialmente a intensidade e a forma de fazê-lo, sendo os operadores de máquina do DSM o foco principal. Alguns questionamentos importantes foram levantados, entre eles:

- Como o TPM atribui intervenções mecânicas ao operador de máquina, até onde vai a responsabilidade do operador e começa a do mecânico? Não haveria conflito entre os dois?
- Os operadores de máquina atuais, admitidos com o perfil para apenas desempenhar tarefas exclusivamente operacionais, apresentam condições de realizar intervenções mecânicas, bem como assumir responsabilidade mais ampla sobre seu equipamento?
- Só o aumento do nível de capacitação do operador de máquina seria suficiente para proporcionar o aumento de sua satisfação, como defendido pelo TPM, considerando as diferenças entre a cultura japonesa e a brasileira?
- Os operadores de máquina não encarariam o TPM apenas como um aumento de tarefas e de responsabilidades? E, portanto, frente a essa mudança, haveria necessidade de alterações na estrutura de cargos e salários?
- Devido ao processo de fluxo contínuo da empresa, como aplicar algumas técnicas e ferramentas do TPM, já que demandariam tempo para reuniões de grupo e disponibilidade de equipamentos para treinamento?

Pode-se perceber, que muitas das questões levantadas acima, se referem ao contexto da transferibilidade do modelo japonês ou pelo menos de algumas de suas ferramentas, discutidos na seção 2.2 (ABRAMO, 1988; FERRO, 1989; HIRATA, 1990, 1993; RUAS *et alii*, 1993; SALERMO, 1993; HUMPHREY, 1993; CARVALHO *et alii*, 1996; WATANABE, 1996). Em 1996, a empresa analisada decidiu, com a finalidade de construir de um diagnóstico das questões acima expostas, formar um grupo de “facilitadores”, constituído de gerentes e supervisores, e implementar em dois módulos 1 M-2 / 1 P-4, como um projeto-piloto, para avaliar o princípio fundamental do TPM: a manutenção autônoma.

Conforme o Anexo I, a manutenção autônoma é o conjunto de atividades de manutenção, realizado pelos operadores de forma rotineira, impedindo o desenvolvimento de falhas e quebras de seus equipamentos: limpeza em pontos críticos, cumprimento do programa de lubrificação, inspeções de ruídos, controle de temperatura e pressão, detecção e diagnóstico de anomalias, reaperto de parafusos etc. A manutenção autônoma significa, assim, mudar o conceito de “eu fabrico, você conserta”, isto é, de que o operador apenas e somente opera o equipamento, e o mecânico conserta, para “do meu equipamento, cuido eu”, visto que são os operadores, mais do que ninguém, que passam mais tempo com suas máquinas. Essa mudança na organização do trabalho carrega consigo a tendência ao abandono relativo da noção de tarefa e de posto de trabalho, característica da organização clássica, com a junção de atividades de operação e de manutenção, focalizando o acompanhamento das anomalias, disfunções e deteriorações dos equipamentos, antecipando as ações corretivas para eliminá-las, por parte dos operadores, de forma a não paralisar o fluxo produtivo. Conforme CRIVELLARI & TEIXEIRA (1990), a capacidade humana, de forma a propiciar uma intervenção rápida e eficaz sobre os equipamentos, é fundamental para a *performance* dos equipamentos das plantas de processo de fluxo contínuo, considerando-se o alto valor dos investimentos em capital fixo.

Uma preocupação do grupo de facilitadores do TPM foi com a necessidade do amplo engajamento de todos os envolvidos nos dois módulos-piloto, visando à participação efetiva deles na avaliação da mudança proposta, quanto aos seus impactos positivos e negativos. Esse mesmo grupo elaborou um material didático sobre TPM, os objetivos da avaliação e metas almejadas para a toda a organização, a partir dos resultados dessa avaliação, e apresentou-o à

equipe de operadores, mecânicos e técnicos pertencentes aos módulos pilotos. Enfatizando ainda o processo de comunicação, várias reuniões periódicas seguiram-se durante a avaliação, entre o grupo de facilitadores e a equipe operacional dos módulos-piloto, com o intuito de promover maior participação e envolvimento de todos os níveis hierárquicos. No início de 1997, face aos resultados positivos alcançados, de *performance* dos equipamentos dos dois módulos pilotos, e após ampla discussão entre o grupo de facilitadores e a equipe operacional, fechou-se o consenso de implementar o TPM paulatinamente nos demais módulos e linhas de produção do DSM. Como a manutenção autônoma do TPM é um conceito que enfoca e valoriza o relacionamento efetivo dos operadores com o equipamento e suas funções, a empresa priorizou uma intensa programação de treinamentos, visando agregar novos conhecimentos e novas habilidades aos operadores, focalizando o melhoramento contínuo deles e, por consequência, o desempenho de seus equipamentos.

3.4 Impactos na Qualificação da Mão-de-Obra

A adoção de inovações tecnológicas e organizacionais, na planta foco do estudo de caso, implicou um complexo movimento de transformações das práticas produtivas existentes anteriormente, que se traduziu em uma mudança do seu ambiente fabril, das funções gerenciais, do perfil do emprego, dos atributos básicos do trabalhador e das formas de adequação do trabalhador a esse ambiente.

A idéia central dessa transformação, adaptação do TPM ao processo e a cultura da empresa analisada, é a busca de melhoramentos contínuos em toda a prática produtiva. Para tanto, é necessário que o trabalhador ocupe um papel central no processo produtivo. Com a difusão das inovações, sejam referentes à tecnologia física ou tecnologia organizacional, há uma tendência clara para a perda da relevância do operário com uma base restrita de qualificações, preocupado exclusivamente com sua máquina e as tarefas relativas ao posto de trabalho ocupado, sem integração com todos os procedimentos e etapas que regem e interagem com o processo produtivo em sua totalidade. Essa interação do trabalhador é essencial para a busca de soluções criativas e adequadas para cada caso particular, no sentido de maximizar o potencial

das novas propriedades disponibilizadas pelos novos equipamentos, informatizados e baseados na microeletrônica. A qualificação do trabalhador passa, portanto, a ser um elemento chave no processo de difusão das tecnologias. Ou como apontado por LEITE (1995:176):

“Emerge nesse processo um novo conceito de qualificação, que vai além do simples domínio de habilidades motoras e disposição para cumprir ordens, mas inclui ampla formação geral e sólida base tecnológica. Não basta mais que o trabalhador saiba ‘fazer’; é preciso também ‘conhecer’ e, principalmente, ‘saber aprender’.

(...) Pode, contudo, sinalizar a emergência de um novo tipo de organização industrial, de natureza ‘qualificante’ (cf. Zarifian), caracterizada por processos produtivos que não se limitam a seqüências programadas de tarefas e operações, mas comportam larga margem de eventos imprevisíveis, cujo gerenciamento depende fortemente da capacidade de diagnóstico e intervenção dos trabalhadores, em suma, de um aprendizado constante.”

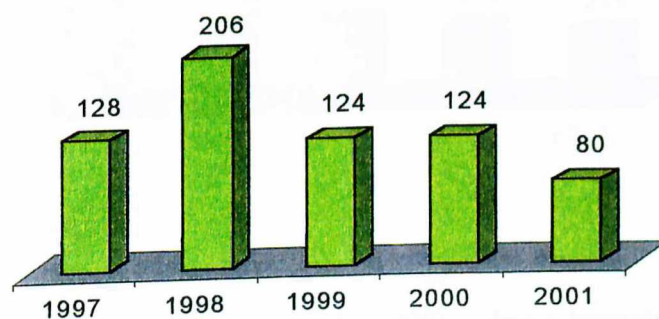
Dessa forma, para a implementação das mudanças na organização da produção, a empresa pesquisada reconheceu a necessidade de oferecer aos seus empregados um programa de treinamento, baseado em cursos de curta e média duração e também em educação básica, de forma a atender aos novos requisitos de desempenho e qualificação exigidos, priorizando: trabalho em equipe, análise e solução de problemas, processos de comunicação, participação ativa nos processos decisórios, motivação e auto-desenvolvimento. O foco na ampliação do conhecimento e aperfeiçoamento das habilidades das pessoas está expresso na missão da área de treinamento da empresa:

“Desenvolver nos talentos humanos, a capacidade de desempenhar diversas funções, através de eventos motivacionais e tecnológicos, visando à excelência da mão de obra da Unidade, em consonância com os objetivos da empresa e mantendo a vantagem competitiva.” (Empresa pesquisada, 1998).

No contexto da missão da área de treinamento, exposto acima, está inserido, também, o convencimento de que os novos paradigmas são universais e trazem melhorias para todos, além da difusão de metas gerais da empresa, na tentativa de elas se transformarem em metas de todos os níveis hierárquicos. Assim, para atender à demanda dos novos requerimentos, a empresa aumentou o investimento em treinamentos e o tempo dedicado a eles (Gráficos 3.3, 3.4 e 3.5). Foi evidenciado que o aumento do tempo dedicado ao treinamento tem melhorado a

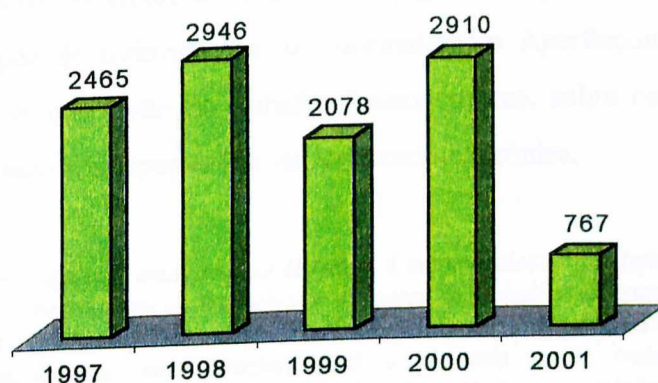
satisfação dos empregados, o que se refletiu no aumento da motivação para as mudanças, enfatizando o forte componente motivacional dos programas de treinamento patrocinados pela empresa.

Gráfico 3.3 – Número de cursos/treinamentos realizados na planta pesquisada



Fonte: Empresa pesquisada, 2002.

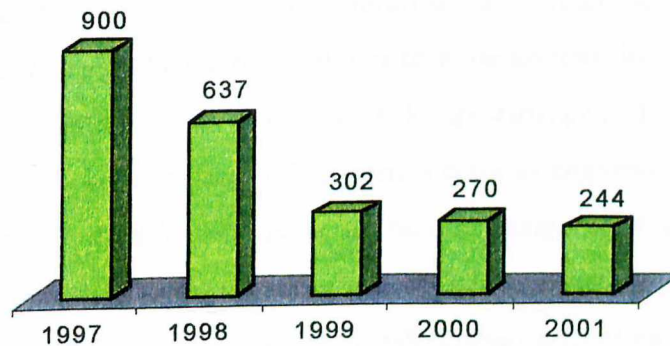
Gráfico 3.4 – Número total de empregados treinados



Fonte: Empresa pesquisada, 2002.

Observação: um mesmo empregado pode ter participado de dois ou mais treinamentos em um mesmo ano.

Gráfico 3.5 – Investimentos em treinamentos (US\$ mil)



Fonte: Empresa pesquisada, 2002.

A investigação de FERRAZ & CAMPOS (1990), sobre o impacto causado pelo uso de inovações modernizantes (automação industrial de base microeletrônica e novas técnicas organizacionais), sobre o processo de produção industrial, com ênfase nas mudanças ocorridas na organização da produção e no perfil de qualificação da mão-de-obra, ratifica os tipos de treinamentos realizados na empresa pesquisada. Segundo a pesquisa desses autores, foram identificados três tipos de treinamentos: o Informativo, o Aperfeiçoamento e o Formativo. Ainda, de acordo com conclusão do trabalho desses autores, sobre os tipos de treinamentos importantes para os novos equipamentos de base microeletrônica,

“dos três tipos de treinamentos listados, é menos relevante o Informativo, ou o treinamento para o adestramento do trabalhador ao posto de trabalho. O Aperfeiçoamento e o Formativo são os tipos de treinamentos apontados pelo painel como sendo de maior importância. O Aperfeiçoamento (ou especialização) é definido como treinamento que objetiva a aprofundamento de conhecimentos já existentes e a aquisição de novos conhecimentos específicos que venham a fortalecer a formação profissional. O treinamento do tipo Formativo é aquele que possibilita ao trabalhador a aquisição de novos conhecimentos.” (FERRAZ & CAMPOS, 1990:33-34).

Os treinamentos realizados pela empresa pesquisada dividiram-se em internos e externos: os internos utilizaram a própria estrutura da área de treinamento da planta, e os externos, por meio de convênios e parcerias com os fornecedores de equipamentos, instrutores

e empresas autônomas, universidade federal local, e entidades como Serviço Nacional da Indústria (SENAI). No caso dos treinamentos externos, há de se destacar a possibilidade de ampliação do aprendizado tácito e coletivo no interior de uma organização, via interação entre organizações distintas (*learning by interacting*), por meio de arranjos institucionais específicos, reforçando as capacitações dinâmicas e as rotinas de aprendizagem da organização. LEITE (1997) enfatiza a importância da formação de parcerias entre as empresas e outras instituições, isto é, para a autora *“a qualificação para o trabalho exige uma estratégia integrada, construída mediante articulação e parceria entre os vários agentes – governo, empresas, trabalhadores, educadores – de modo a beneficiar não apenas setores modernos da economia, mas toda a sociedade”* (LEITE, 1997:163).

A seguir, são discutidas as atividades e os treinamentos implementados, no sentido de atender aos novos requerimentos de qualificação, exigidos pela mudança do paradigma da organização da produção, em curso na empresa pesquisada.

Educação Básica

As mudanças de qualificação do trabalho são apresentadas como uma das mais importantes características do novo paradigma produtivo. No caso da empresa estudada, a exigência mínima, para o operador de máquina de seu DSM, era de 1º Grau incompleto. Com o advento da utilização dos conceitos do TPM, ela tornou-se mais criteriosa na seleção de seus candidatos a operador desse Departamento, passando a ter uma exigência mínima de 2º Grau completo no recrutamento deles, e aumentando o acompanhamento da escolaridade de seu empregados.

Uma análise do nível de escolaridade dos operadores do DSM admitidos antes do início das mudanças organizacionais constatou um grande número de operadores possuidores apenas do 1º Grau incompleto. Para atender a esses operadores, bem como empregados de outras funções na mesma situação de nível de instrução, a empresa implantou, já em 1995, um programa com a finalidade de aumentar o nível de escolaridade dos empregados, para proporcionar condições e meios de concluírem o 1º Grau. Já em 1996, esse programa ampliou-

se também para o 2º Grau. O programa estruturado pela empresa disponibilizou, para qualquer empregado que manifestasse interesse, professores com exclusividade, sem custo algum para o empregado. Esse programa segue o modelo do sistema supletivo, isto é, o aluno escolhe o número e as matérias que desejar, para posterior exame supletivo delas. Os horários das aulas são adaptados aos horários dos turnos de trabalho, e ao sistema de trabalho ininterrupto em que opera a planta, com aulas antes ou após o horário de trabalho, dependendo do turno de trabalho do empregado. Para a adoção desse sistema, preponderou a preocupação por parte da empresa em conceder uma flexibilidade para que cada um possa adaptar-se, conforme suas possibilidades, no que se refere ao seu tempo disponível para dedicar-se aos seus estudos. Um fato a ser destacado é o significativo aumento do número de adesões de operadores de máquina ao programa, ao longo dos treinamentos de manutenção autônoma do TPM, como se analisará adiante, quando muitos deles, há muito tempo afastados de um banco de escola, perceberam a necessidade de continuidade de seus estudos.

De acordo com a área de treinamento da empresa, até 2001, 385 empregados já se formaram pelo programa, sendo que 169 empregados concluíram o 1º Grau, 173 o 2º Grau, e 43 o 1º Grau e também o 2º Grau. Segundo dados da empresa, o custo da formação dos empregados pelo programa, até 2001, foi superior a US\$ 550 mil. Muitas das pessoas que já concluíram os cursos de 1º e 2º grau pelo programa fizeram ou estão cursando um curso técnico, e algumas delas, inclusive, prestaram vestibular após a formatura e ingressaram em uma universidade. Atualmente, a planta tem 1,71% dos empregados com 1º Grau I incompleto (1ª a 4ª Série) e 16,56% com 1º Grau II incompleto (5ª a 8ª Série). O objetivo da empresa é todos os empregados concluírem o 1º Grau até 2003.

Fundamentos de Mecânica

Com o treinamento em manutenção autônoma do TPM, como constatado na avaliação nos módulos-piloto, percebeu-se uma carência, por parte dos operadores, de um conhecimento básico de algumas disciplinas da mecânica, indispensáveis para a boa assimilação e aprendizagem da manutenção autônoma. Isso se justifica pelo fato dos operadores, até então,

atenderem ao perfil definido apenas para a realização de tarefas estritamente operacionais, sem envolvimento com tarefa de manutenção, que exige uma boa coordenação motora e atenção difusa, além da conservação de um nível adequado de organização e limpeza de seu local de trabalho. Portanto, era necessário adequar toda a mão-de-obra operacional existente ao novo perfil exigido pelo TPM. Essa adequação ou nivelamento colocou como uma de suas prioridades o desenvolvimento de habilidades, como, por exemplo, o manuseio e a utilização correta de ferramentas manuais, de acordo com o tipo de tarefa a ser executada e o conhecimento técnico necessário para a execução da manutenção autônoma.

Nesse sentido, o SENAI, por meio de um convênio com a empresa pesquisada, iniciou em 1995, um curso com conteúdo específico para conferir aos operadores a capacitação técnica teórica e prática necessária às atividades de manutenção autônoma. Os operadores, durante um período de 4 semanas, são liberados de sua rotina de trabalho, para se dedicar em tempo integral a esse treinamento, cujo programa possui o seguinte conteúdo de disciplinas, ministradas pelos técnicos do SENAI:

- Desenho Básico;
- Elementos de Máquinas;
- Metrologia Básica;
- Utilização de Ferramentas Manuais;
- Lubrificação;
- Manutenção Mecânica.

Segundo a área de treinamento da empresa, até 2001, 338 operadores de máquina foram treinados, sem considerar os empregados que exercem outras funções, que, por iniciativa própria, também participaram desse programa. Em 1997, objetivando atender a uma demanda latente, não só por parte dos mecânicos, mas também de muitos operadores de máquina, a empresa firmou outro convênio com o SENAI para a participação de seus empregados nos Cursos Técnico Mecânico e Eletrônico oferecidos pela entidade. Para motivar a participação dos empregados nesses cursos, de duração de 3 semestres, a empresa subsidia 80% do valor das mensalidades, restando os 20% para o empregado. A empresa também proporciona o

estágio supervisionado obrigatório, em que o empregado cumpre a carga horária do estágio, segundo a programação da empresa que contempla a passagem do estagiário em todas as áreas da fábrica. Até 2001, 114 empregados concluíram o Curso Técnico Mecânico e 68 o Curso Técnico Eletrônico, e, em 2002, 4 empregados concluíram o Curso Técnico Mecânico e 62 o Eletrônico. Observa-se, aqui, uma mudança da tendência com relação à opção dos empregados por um dos dois cursos. No início do programa, a procura do Curso Técnico Mecânico era muito superior ao do Eletrônico. Porém, alguns fatores contribuíram para a reversão desse quadro: melhoria da qualidade do Curso Técnico Eletrônico, no tocante ao nível de seu quadro de professores, maior investimento em recursos didáticos e instrucionais, a percepção dos empregados de uma maior valorização da formação técnica eletrônica pelo mercado, não só em termos de remuneração salarial, mas também de uma maior empregabilidade, e o crescimento da necessidade de acumular *know-how* em ambas as áreas do conhecimento como forma de estar mais apto para solucionar problemas que surgem nos novos equipamentos, em que a mecânica e a eletrônica estão cada vez mais integradas.

Manutenção Autônoma

O primeiro passo para implementação do TPM consistiu em um treinamento para a capacitação técnica dos operadores para a manutenção autônoma, envolvendo um conhecimento teórico aprofundado do equipamento e a prática de intervenções mecânicas de baixa e média complexidade. O TPM requer um aumento da qualificação do operador de máquina, haja vista que, anteriormente, o operador somente se envolvia com as tarefas de operação de seu equipamento:

- procedimentos operacionais para eliminação das causas de parada do equipamento, definidas em treinamento operacional específico para cada tipo de máquina;
- abastecimento das matérias-primas necessárias ao equipamento (com exceção de adesivos, que são abastecidos pelos ajudantes industriais);

- acompanhamento da qualidade do produto, segundo critérios definidos, com as ações necessárias, de acordo com a gravidade do defeito, também definidas em treinamento operacional específico;
- organização e limpeza do seu local de trabalho dentro do conceito dos 5S (*Seiri* – organização, *Seiton* – senso de ordenação, *Seiso* – senso de limpeza, *Seiketsu* – senso de saúde, *Shitsuke* – senso de autodisciplina). O 5S, programa de melhoria do ambiente de trabalho surgido no Japão, já há muitos anos é utilizado e é muito valorizado pela empresa;
- seleção e recuperação de produtos rejeitados pelos controles de qualidade dos equipamentos, selecionando os produtos bons para posterior reutilização no processo produtivo.

A responsabilidade do treinamento operacional, para a capacitação das tarefas citadas acima, é da competência dos monitores da área de treinamento e tem a duração média de três meses, sendo dois meses para a teoria e um mês para o desenvolvimento nas máquinas. Porém, devido à falta de capacitação técnica dos monitores em manutenção autônoma, a responsabilidade do treinamento em manutenção autônoma dos operadores foi atribuída a mecânicos que reuniam alguns requerimentos: disposição para ensinar, bom relacionamento com os operadores, capacidade de verbalização e comunicação eficaz, além do alto nível de conhecimento do equipamento e elevado desempenho. Percebeu-se, nesses mecânicos, que desempenharam a função de instrutores TPM, elevado grau de comprometimento, pois eles sentiram-se motivados e valorizados por realizarem tal tarefa, assim como enxergaram também uma oportunidade para o próprio crescimento pessoal e profissional.

Para uma melhor preparação dos mecânicos instrutores do TPM, conforme necessidade detectada pela avaliação dos dois módulos pilotos, eles participaram de cursos ministrados pelo SENAI, por meio de um convênio desta entidade com a empresa pesquisada, para proporcionar-lhes capacitação didática e instrucional, desenvolvendo habilidades em técnicas em treinamento. Todo o material didático para a manutenção autônoma foi preparado pelos próprios mecânicos instrutores, assim como o planejamento do conteúdo das aulas e

elaboração dos testes teórico e prático para avaliação da aprendizagem dos operadores em cada tópico do programa. Muitos desses mecânicos que se destacaram como instrutores TPM, posteriormente, participaram de um programa da empresa que tinha por finalidade identificar e sanar as necessidades de desenvolvimento daqueles mecânicos com potencial para desempenharem, no futuro, a função de técnico. Para cada mecânico nessa condição foi definido um tutor, geralmente, seu supervisor, e, periodicamente eles se reuniam para analisar a evolução de cada necessidade de desenvolvimento levantada anteriormente e estabelecer as próximas metas e o prazo para alcançá-las. Atualmente, o quadro de técnicos mecânicos do DSM é composto por 43% de ex-mecânicos, que foram instrutores TPM.

O treinamento em manutenção autônoma para os operadores de máquinas do DSM teve uma duração total de 1 ano, sendo 6 meses para a parte teórica e prática e 6 meses para o desenvolvimento. A maior parte das atividades do treinamento desse treinamento foram realizadas no próprio local de trabalho e na própria máquina do operador, conforme concepção central do TPM de que “o equipamento é o material didático” do operador e as atividades devem ser realizadas *in loco*. Portanto, considerando-se o treinamento operacional mais o treinamento em manutenção autônoma, a duração total para a formação de um operador passou para 15 meses, o que, segundo a empresa pesquisada, representa um custo superior a US\$ 5,5 mil por operador.

Após o período de desenvolvimento de cada operador, há uma avaliação formal deste por parte do mecânico instrutor e da supervisão, em que são analisados e discutidos o seu desempenho no treinamento, sua assimilação dos conhecimentos, seus pontos fortes e áreas de oportunidades de melhoria, e aspectos subjetivos, tais como trabalho em equipe, disposição para aprender, iniciativa, capacidade de analisar e resolver problemas, boa comunicação, contribuição com soluções criativas, comprometimento com os objetivos estabelecidos etc. Caso sejam identificadas áreas de oportunidades de melhoria, estas são trabalhadas junto ao operador até que sejam alcançadas. Se por outro lado, o desempenho do operador no treinamento de manutenção autônoma deu-se dentro do esperado, segundo os critérios comentados acima, ocorre a promoção deste do cargo Operador de Máquina para Operador TPM (a empresa adota outra nomenclatura para o cargo, mas também com alusão ao

conhecimento e habilidades adquiridos em manutenção autônoma). Houve um aumento salarial de 10% na promoção de Operador de Máquina para Operador TPM. Após 1 ano desempenhando a função, de acordo com a política de cargos e salários da empresa, o Operador TPM recebeu automaticamente mais 10% de aumento salarial, perfazendo um total de 21% de aumento salarial em relação ao operador de máquina tradicional.

O Quadro 3.1 relaciona os novos requerimentos e habilidades, que passaram a compor o perfil do operador, após a introdução do TPM, comparativamente aos do operador de máquina tradicional, evidenciando um significativo aumento da qualificação, destacando-se o aumento da exigência com relação ao grau de instrução, de 1º Grau incompleto para 2º Grau completo, experiência na área mecânica e um conjunto de novos requisitos relacionados a aspectos atitudinais e comportamentais. Evidentemente, mudanças foram implementadas no processo de recrutamento e seleção de candidatos ao cargo de operador, tornando-o mais rigoroso e criterioso, sendo acrescentadas mais etapas ao processo seletivo visando identificar o atendimento dos novos requerimentos (ver Quadro 3.2). A dinâmica de grupo é considerada uma atividade fundamental desse processo seletivo, em que são conduzidas várias tarefas com o grupo de candidatos. Essas atividades são observadas por uma banca composta de gerentes, supervisores, analista de treinamento e um psicólogo, que procuram detectar as características individuais dos candidatos – seus pontos fortes e fracos –, as contribuições de cada um na solução dos problemas propostos e o comportamento e reações frente aos conflitos que surgem durante nas discussões. Portanto, na dinâmica de grupo, procura-se identificar o papel que cada um desempenha na condição de membro de equipe, principalmente, o comprometimento com a equipe para que ela supere os obstáculos e alcance os resultados esperados.

Quadro 3.1 – Perfil ocupacional do cargo Operador TPM

Requerimentos Necessários	Operador de Máquina	Operador TPM
1º Grau incompleto	X	
2º Grau completo		X
Habilidade para trabalhar em equipe		X
Analisar e resolver problemas		X
Comprometimento com o processo	X	X
Experiência na área mecânica		X
Comunicação eficaz		X
Criatividade		X
Aceitar desafios/mudanças		X
Disposição para quebrar paradigmas		X
Iniciativa para tomar decisões		X
Conhecimento matemático elementar	X	X
Percepção difusa	X	X
Raciocínio lógico	X	X
Experiência anterior		X

Fonte: Empresa pesquisada.

Quadro 3.2 Etapas do processo de seleção para Operador TPM

Etapas Processo Seletivo	Operador de Máquina	Operador TPM
1. Entrevista com Seleccionador	X	X
2. Entrevista com Requisitante	X	X
3. Teste matemática elementar	X	X
4. Teste de atenção difusa	X	X
5. Dinâmica de grupo		X
6. Teste de habilidade mecânica		X
7. Teste de conhecimentos mecânicos		X
8. Interpretação de desenhos/gráficos		X
9. Testes de raciocínio matemático		X

Fonte: Empresa pesquisada.

Uma análise das perdas de produção, representadas pelo percentual da quantidade de unidades não produzidas em relação à capacidade máxima de produção, realizada durante o período de 15/05/98 à 11/06/98, por natureza das causas de paradas para cada tipo de equipamento, também mostrou a necessidade de um maior foco e valorização do relacionamento efetivo do operador com o equipamento e suas funções, mediante o melhoramento contínuo das habilidades das pessoas e o desempenho de seus equipamentos. Os resultados da Tabela 3.4 foram obtidos pela coleta das informações necessárias, isto é, tempo perdido e causas das interrupções no processo que tenham gerado perdas de produção, com base nas anotações feitas pelos operadores e mecânicos dos módulos de produção, sendo alvo deste estudo um módulo de cada linha de produção, a fim de que todos os *layouts* de máquinas fossem contemplados e um comparativo entre eles pudesse ser feito.

Observando a Tabela 3.4, percebe-se a maior participação da natureza operacional, ou seja, aquela que requer a intervenção do operador, nos diversos tipos de *layouts* existentes, atribuída às características dos equipamentos novos, que exigem um nível maior de intervenções operacionais (10,63% para o *layout* 1 M-2 / 1 P-4, 11,35% para o 1 M-3 / 2 P-3, 7,90% para o 2 M-1 / 1 P-3, 5,20% para o 2 M-1 / 1 P-2 e 8,28% para o 1 M-2 / 1 P-4) do que mecânicas (8,38%, 6,68%, 7,46%, 10,80% e 7,05%, respectivamente para os *layouts* mencionados), em relação aos equipamentos antigos. Dessa forma, um aumento da capacitação dos operadores e de novos requerimentos da sua qualificação, por meio de um aprofundamento do conhecimento de seu equipamento, com envolvimento em tarefas de manutenção, tende a reduzir o percentual de perdas por natureza operacional e gerar ganhos de produtividade, objetivo maior do TPM. A única exceção observada foi para o módulo 2 M-1 / 1 P-2, combinação de tecnologia antiga e nova, em que a perda por intervenção operacional foi de 5,20% contra 10,80% para intervenção mecânica. Isto foi devido ao fato de que, no período analisado (15/05/98 à 11/06/98), um novo equipamento, cuja produção era destinada à exportação, estava recentemente acoplado à empacotadora P-2, e pela pouca experiência dos mecânicos nesse equipamento, juntamente com a necessidade de adaptação e desenvolvimento

de novas matérias primas, gerou uma perda por atuação mecânica de 4,18% do total de 10,80% (38,70% de participação do total das perdas por intervenção mecânica).

Tabela 3.4 – Análise das causas das perdas de produção (%) por tipo de *layout* do DSM

Tipo de Natureza	1 M-2 / 1 P-4	1 M-3 / 2 P-3	2 M-1 / 1 P-3	2 M-1 / 1 P-2	1 M-2 / 1 P-4
Falta de Peças	0,23	0,00	0,05	0,43	0,35
Mecânica	8,38	6,68	7,46	10,80	7,05
Elétrica	2,55	1,90	0,40	3,30	2,50
Operacional	10,63	11,35	7,90	5,20	8,28
Qualidade Matéria-Prima	0,83	1,50	1,18	0,93	1,45
Quebra	0,90	0,83	0,00	0,00	1,38
Limpeza	1,08	0,93	0,98	1,90	1,73
Utilidades	1,15	0,08	0,00	0,15	0,13
Falta Matéria-Prima	0,53	0,50	0,11	0,00	0,00
Total	25,25	23,75	18,08	22,70	22,85

Fonte: Empresa pesquisada, 1998.

Observação: as perdas de produção referem-se ao percentual do tempo total disponível que o equipamento estava disponibilizado para produzir, excetuando-se o tempo de manutenção, trocas de *set up* e outros motivos que justifiquem uma parada programada.

Descrição das naturezas:

- Falta de Peça - falta/indisponibilidade de peça sobressalente e/ou subconjunto reserva especificados para os equipamentos;
- Mecânica - quando forem necessários ajustes ou substituição de peças;
- Elétrica- envolve a atuação do eletrônico;
- Operacional - toda ação necessária para manter a máquina rodando, que não envolva ação de limpeza ou intervenções mecânicas;
- Qualidade Matéria-Prima - defeito visual na matéria-prima ou de maquinabilidade ruim desta, causando interrupções freqüentes no equipamento ou gerando defeito de qualidade do produto;
- Quebra - quebras em subconjuntos e/ou partes da máquina;
- Limpeza - é toda ação de limpeza necessária para manter a qualidade e o bom funcionamento do equipamento, não importando se executada por operadores ou mecânicos;
- Utilidades - falta de ar comprimido, energia elétrica ou vácuo, causada por problemas nos equipamentos de apoio (compressores, transformadores, bombas de vácuo etc.);
- Falta Matéria-Prima - falta/indisponibilidade de matéria prima especificada para os equipamentos.

Outra constatação importante, dessa análise de perdas de produção, é a baixa participação operacional nas perdas de produção dos equipamentos antigos. Para os módulos 2 M-1 / P-3 e 2 M-1 / P-2, considerando as elaboradoras M-1 (o estudo não contemplou módulos com empacotadoras P-1), a perda por natureza operacional é de apenas 1,10% em um total de 7,90% para módulos 2 M-1 / P-3, e de apenas 1,11% em um total de 5,20% para módulos 2 M-1 / P-2. É, portanto, mais uma razão apontando para a necessidade de uma mudança de perfil ocupacional do grupo operacional para atender ao novo padrão tecnológico e, conseqüentemente, a uma nova organização da produção e gestão do trabalho, culminando em mudança na cultura organizacional. CORIAT (1988:16) também confirma essa tendência:

“(...) Mas pode-se considerar que esses esforços de pesquisa para tornar rígida as linhas de produção pela tecnologia, a fim de diminuir-lhes a vulnerabilidade à iniciativa humana, não permitiram alcançar resultados significativos. Simultaneamente à pesquisa de natureza tecnológica, houve esforços em outra direção, para desenvolver uma nova cultura empresarial, cujos apelos a conceitos novos de organização da produção enfatizam o que se convencionou chamar de abordagem sócio-técnica dos fenômenos da organização do trabalho. Uma de suas principais contribuições foi desenvolver novos paradigmas de organização do trabalho para as grandes e pequenas séries, (...)”

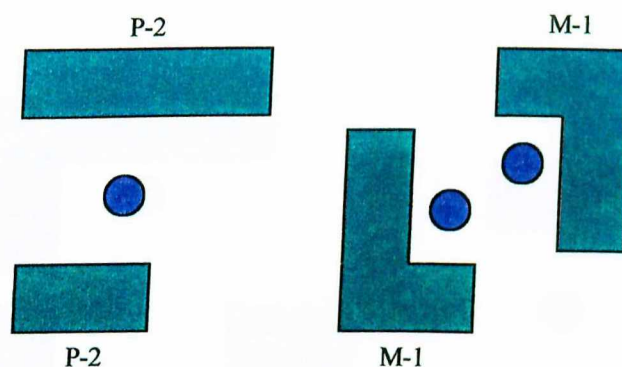
Após a implementação do TPM, observou-se uma limitação na continuidade do desenvolvimento pleno dos conhecimentos adquiridos por parte dos operadores das empacotadoras P-2, P-3 e P-4: as atividades de recuperação e seleção de produtos não-conformes rejeitados pelos controles de qualidade dessas máquinas consumiam muito tempo desses operadores. Uma análise de tempos e movimentos constatou que cada operador das empacotadoras dedicava entre 40% a 60% do seu tempo disponível somente com as tarefas de recuperação e seleção de produtos não-conformes rejeitados pelos controles de qualidades dos equipamentos, dependendo do nível de rejeição de produtos da máquina. Conseqüentemente, tinha seu tempo bastante reduzido para acompanhamento das funções básicas de operação de sua máquina, detecção de problemas, determinação de suas causas e tomada de ação para eliminá-los, atribuições definidas pelo TPM.

Dessa forma, com a finalidade de eliminar essas tarefas, que não exigem nenhum tipo de qualificação, e disponibilizar mais tempo ao operador para dedicar-se ao TPM e ao monitoramento da qualidade do produto, foram implementadas as seguintes mudanças:

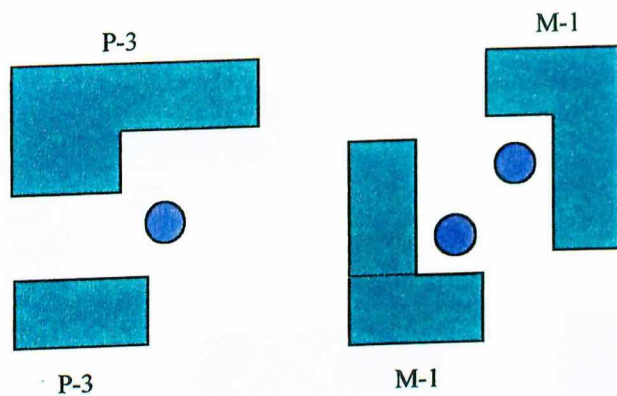
1. terceirização da atividade de recuperação e seleção de produtos rejeitados pelos controles de qualidade das empacotadoras;
2. redimensionamento da mão-de-obra operacional das empacotadoras P-2, P-3 e P-4, de dois operadores para um operador;
3. responsabilidade dos mecânicos pela cobertura do horário de refeição dos operadores.

A Figura 3.4 ilustra os *layouts* dos novos equipamentos com as novas configurações da mão-de-obra operacional, segundo o redimensionamento dos operadores das empacotadoras, advindo da terceirização da atividade de recuperação e seleção de produtos rejeitados.

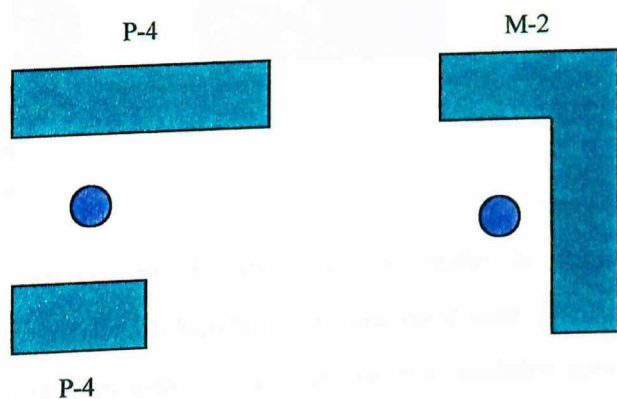
Figura 3.4 – Layouts dos módulos após terceirização das atividades de recuperação e seleção de produtos rejeitados



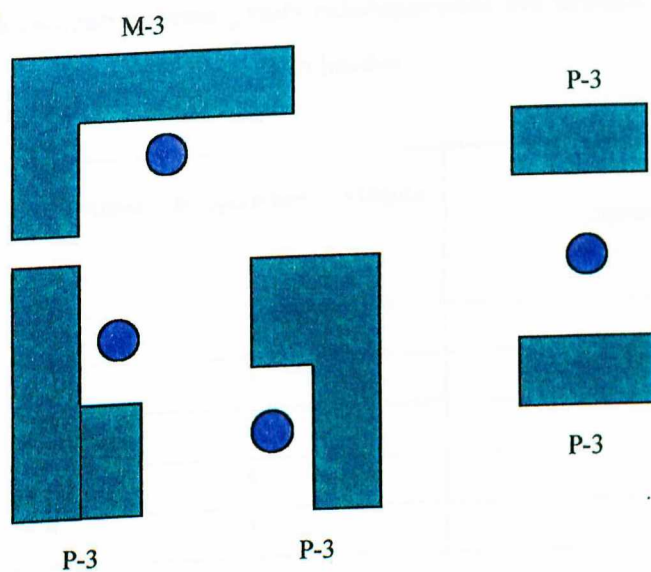
Layout 2 M-1 / 1 P-2, 1990



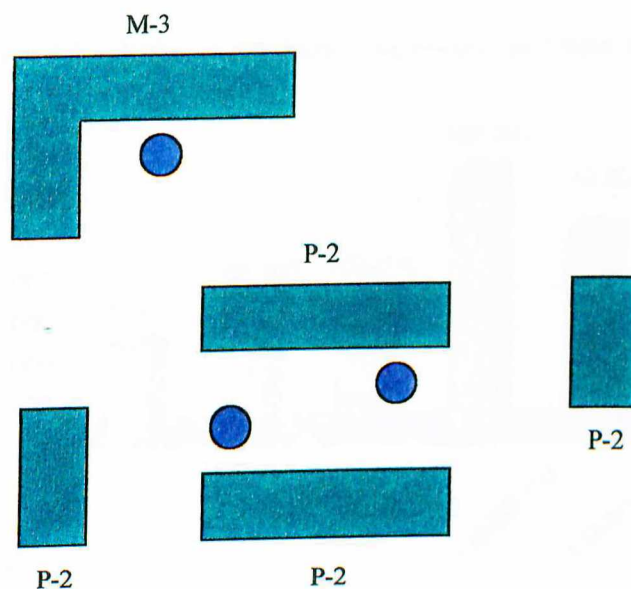
Layout 2 M-1 / 2 P-3, 1992



Layout 1 M-2 / 1 P-4, 1994



Layout 1 M-3 / 2 P-3, 1996



Layout 1 M-3 / 2 P-2, 2000

Fonte: Elaboração Própria.

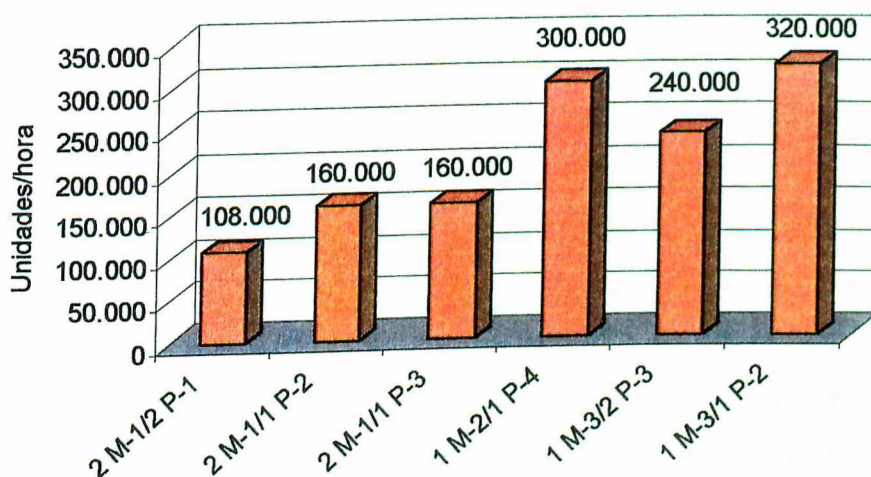
A Tabela 3.5 e o Gráfico 3.6 mostram, em razão da implementação das mudanças expostas anteriormente, as novas relações de volume produzido por operador para cada tipo de módulo, evidenciando os significativos incrementos dos módulos com os novos equipamentos, tomando-se como referência o módulo 2 M-1 / 2 P-1.

Tabela 3.5 – Nova relação volume produzido/operador em função de terceirização de atividades

<i>Layout</i> do Módulo	Número de Operadores / Módulo	Mil Unidades / Operador / Hora (capacidade máxima)
2 M-1 / 2 P-1	5	108
2 M-1 / 1 P-2	3	160
2 M-1 / 1 P-3	3	160
1 M-2 / 1 P-4	2	300
1 M-3 / 2 P-3	4	240
1 M-3 / 2 P-2	3	320

Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 3.6 – Volume produzido/operador por tipo de módulo



Fonte: Elaboração Própria.

Com relação à nova responsabilidade dos mecânicos de cobertura do horário de refeição dos operadores, já mencionada, houve uma dificuldade inicial, quando da adoção dessa decisão pela planta do estudo de caso. Alguns mecânicos do DSM, especialmente os mais antigos, sentiram seu cargo desvalorizado ao terem que desempenhar a tarefa de operar o equipamento. Na visão deles, enquanto que os operadores aumentaram sua capacitação técnica por meio do TPM e deixaram de realizar tarefas menos nobres, que foram terceirizadas, sentiram, em um primeiro momento, uma desvalorização de sua função, ao assumirem a tarefa de operar os equipamentos durante os horários de refeição dos operadores. Houve a necessidade de um trabalho específico da supervisão, no sentido de convencerem esses mecânicos, colocando-se o ponto de vista de que não havia rebaixamento algum na nova atribuição, isto é:

- Com essa mudança, os mecânicos passam a compor, juntamente com os operadores, uma equipe de produção responsável tanto por operação quanto por manutenção, e que o trabalho em equipe por meio da cooperação entre os membros da equipe era decisivo para se alcançar os objetivos e metas da empresa;
- A fábrica conta, cada vez mais, com máquinas modernas e automatizadas, que exigem muito mais raciocínio e análise por parte dos responsáveis pela produção.

Dentro desse contexto, mecânicos mais próximos da operação e trabalhando em equipe com os operadores estarão mais sensíveis a detalhes que antes não eram observados, mas que, muitas vezes, comprometem o trabalho do operador.

- A busca persistente da qualidade do produto exige acompanhamento e atenção de todos os integrantes do módulo de produção, e a maior aproximação da operação por parte dos mecânicos agiliza a identificação dos problemas e suas causas, garantindo um nível elevado de qualidade do produto e gerando menos retrabalho.

Também foi salientada pela supervisão a necessidade de uma maior integração e uma comunicação mais eficaz entre o operador e o mecânico para a manutenção da boa performance do equipamento, aspectos relevantes do TPM já destacados anteriormente. Ou seja, torna-se necessário, por parte dos mecânicos, a quebra do velho paradigma de que “o mecânico apenas conserta a máquina” e a adoção de novos e melhores paradigmas voltados para o trabalho em equipe, constituindo-se em característica fundamental do novo perfil ocupacional requerido pela empresa. Portanto, constata-se que

“em contraste com as práticas tayloristas do fordismo, exige-se agora dos trabalhadores, maior capacidade de comunicação, de tomar decisões, maiores responsabilidades (polivalência). O próprio processo de inovação tecnológica, fundamental para manter a competitividade, passa a depender da cooperação e do envolvimento dos trabalhadores do chão de fábrica. (...) é através da cooperação dos trabalhadores diretos que se consegue explorar melhor o potencial das novas tecnologias.” (SALM, s.d.:43).

Com respeito ao desenvolvimento e crescimento profissional do seu quadro técnico, a empresa pesquisada, além do subsídio de 80% no valor das mensalidades do Curso Técnico Mecânico do SENAI, conforme citado anteriormente, ofereceu cursos de informática, ministrados por escolas particulares. Estabeleceu, ainda, intensiva parceria com a universidade federal local, voltada para cursos de curta duração, ministrados pelo quadro de docentes da instituição, cujos assuntos e temas foram selecionados por meio de pesquisa junto aos próprios mecânicos e técnicos mecânicos e eletrônicos.

Trabalho em Equipe

O trabalho em equipe é considerado o grande desafio das organizações que migram do sistema tradicional para o modelo da nova organização do trabalho. O trabalho em equipe, a grande diferença do atual modelo – cuja formação era exercida sobre “o fazer” e não “o saber fazer” –, recebeu uma ênfase muito grande e uma atenção especial por parte da empresa, sendo considerado fundamental para atingir os objetivos de produtividade e redução de custos.

O treinamento para o trabalho em equipe foi todo concebido e desenvolvido pela própria área de treinamento da planta, visando a preparar os empregados para novos desafios, focalizando: busca de melhoria contínua, ferramentas para análise e solução de problemas, desenvolvimento do processo crítico, desenvolvimento da criatividade, melhoria do processo de comunicação e motivação para trabalho em equipe. Para a elaboração desse treinamento, tomaram-se como referência vários cursos e treinamentos, antes realizados por consultorias externas direcionados exclusivamente para supervisores e gerentes. A empresa percebeu que a difusão do conteúdo desses cursos apenas para seus executivos não era suficiente e que, para um verdadeiro trabalho em equipe, é condição necessária o envolvimento de todos, independente de sua função. Para esse treinamento, os empregados dedicam-se durante uma semana às atividades previstas nos vários módulos do programa. Segundo a área de treinamento da planta analisada, até 2001, foram realizados 63 treinamentos, representando mais de 90% do total de empregados da planta. O conteúdo do programa e os objetivos a serem alcançados nesse treinamento, em cada um de seus tópicos, é mostrado no Quadro 3.3.

Percebe-se que os objetivos almejados por esse treinamento, conforme exposto pelo Quadro 3.3, visam ao desenvolvimento de uma conjunto de habilidades abstratas, atitudinais e comportamentais, que não estão restritas a apenas uma determinada atividade de ocupação e que, por isto, têm uma aplicação mais geral, referindo-se a habilitações de caráter mais amplo, não se ligando a tarefas específicas. SALM & FOGAÇA (1998) observam que o pensamento de Marshall em “Princípios de Economia” antevê a dinamização das mudanças nas formas de produzir e de organizar a produção, levando “a uma explicitação de um conceito de

POLIVALÊNCIA, que tem como base uma educação que habilite o trabalhador ao convívio com a mudança, a uma postura autônoma e criativa (...)” (SALM & FOGAÇA, 1998:12).

Quadro 3.3 – Programa do treinamento para trabalho em equipe

Conteúdo	Objetivos
Criatividade	Enfatizar a importância do exercício da criatividade das pessoas para a solução de problemas, buscando pensar diferente e novas idéias/alternativas diferentes das usuais.
Paradigmas	Trabalhar o conceito de paradigma (Kuhn, 1978) e a necessidade das pessoas estarem abertas a novos paradigmas, face às mudanças constantes, estimulando o erro e o risco como oportunidades de crescimento.
Comunicação	Evidenciar os aspectos para uma comunicação eficaz entre as pessoas e departamentos da empresa, como foco no conteúdo da mensagem, preocupação com o entendimento da mensagem, percepções diferentes das pessoas, dentre outros.
Trabalho em Equipe	Destacar o trabalho em equipe como fundamental para o cumprimento das metas/objetivos da empresa, trabalhando os papéis que cada membro da equipe desempenha, incentivando a cooperação em detrimento da competição.
Trabalho em Equipe (Outdoor)	Simular em situações reais a pressão do tempo e de resultados a que as pessoas são submetidas no seu dia-a-dia. É um treinamento ao ar livre, baseado no modelo de preparação das tropas do exército. Durante esse dia, as pessoas realizam diversos exercícios, que, para serem bem resolvidos, vão demandar a utilização do trabalho em equipe.
Ferramentas da Qualidade	Trabalhar junto aos participantes as ferramentas da qualidade: <i>Brainstorming</i> , Diagrama Espinha de Peixe, Gráficos, Análise de Pareto, <i>Check List</i> , Plano de Ação, Análise Custo-Benefício etc.
Análise e Solução de Problemas	Discutir as principais falhas ao se tentar solucionar um problema e desenvolver um método de análise e solução de problemas, estabelecendo uma seqüência lógica na investigação de suas possíveis causas.
Estudo de um Problema Real da Empresa	Apreender e aplicar uma técnica de análise e solução de problemas. Os participantes são divididos em equipes e exercitam essa técnica a partir da escolha de um problema real do seu dia-a-dia, cujas conclusões e sugestões são expostas e discutidas em uma apresentação para a gerência.

Fonte: Elaboração Própria.

Ferramentas da Qualidade

Outra grande alteração em termos de tarefas e responsabilidades do operador de máquina e do mecânico refere-se à qualidade do produto. Na planta foco do estudo de caso, conforme já comentado anteriormente, a função do controle de qualidade é desempenhada por um inspetor de qualidade pertencente ao Departamento de Controle de Qualidade, alocado em cada uma das linhas de produção do DSM, constituindo-se, dessa forma, em uma atividade especializada e centralizada, com separação nítida entre a área de manufatura e a de qualidade. Porém, a partir de 1998, houve um rompimento desse conceito de trabalho: os próprios operadores e mecânicos dos módulos de produção passaram a ser os responsáveis diretos pelas inspeções formais de qualidade do produto, tarefa antes atribuída aos inspetores de qualidade do Departamento de Controle de Qualidade. A ferramenta suporte dessa decisão por parte da empresa foi o Controle Estatístico de Processo (CEP), que havia sido introduzido à três anos, associado a um *software* de acompanhamento dos parâmetros físicos do produto, por meio de instrumentos de medição específicos localizados nas linhas de produção, cujos resultados são visualizados em monitores *on line* situados nas elaboradoras, na forma de gráficos de controle do CEP. O CEP aplica métodos estatísticos para medir e monitorar o produto enquanto está sendo manufaturado, para assegurar que esse produto seja produzido de acordo com as especificações preestabelecidas de qualidade. O CEP traz informações diagnósticas imediatas, porque acompanha o processo de fabricação em cada estação de trabalho, facilitando a correção direta na fonte do problema. Além do CEP, houve a necessidade de padronizar o procedimento dessas inspeções de qualidade: os operadores e mecânicos, com uma frequência definida de três inspeções por hora, fazem amostragens do produto e realizam inspeções visuais, segundo normas e critérios de qualidade definidos.

Passa-se, então, do monitoramento da qualidade pelo Departamento de Controle de Qualidade para a própria equipe operacional da produção, adotando-se o novo paradigma “quem produz é responsável pela qualidade do produto”. Obviamente, essa nova responsabilidade, além do incremento de novas habilidades para o desempenho satisfatório desta, por intermédio de treinamentos para a aquisição de conhecimento da metodologia e

normas, já mencionados, exigiu da equipe operacional, também, o desenvolvimento da capacidade técnica de análise dos defeitos de qualidade do produto, no mesmo nível dos inspetores de qualidade, responsáveis por essa tarefa até então.

Um ponto muito importante a ser destacado é a responsabilidade e a autonomia dos operadores e mecânicos de interromperem o processo produtivo, quando da ocorrência de um defeito de qualidade. OHNO (1978-1979), quando descreve o *Andon*, uma das ferramentas da “administração pelos olhos”, enfatiza a importância da autonomia, uma vez que a ausência dela pode afetar a performance do processo, a segurança ou a qualidade do produto: “(...) *Os trabalhadores são encorajados a não hesitar a parar a linha; é o melhor meio de garantir que tudo será feito para eliminar prontamente as anomalias*” (OHNO, 1978-1979:215). Portanto, a postura exigida de qualquer integrante do módulo de produção é de parar imediatamente sua máquina, no caso de um defeito de qualidade que impeça o consumo do produto ou afete sua imagem do produto frente ao consumidor, e, além disso, tomar as ações necessárias para garantir que o produto com defeito não alcance o mercado, inibindo e segregando todo o lote da produção suspeita – geralmente, compreendida entre os horários da detecção do defeito e o da última inspeção periódica realizada. Anteriormente, era comum os operadores consultarem o supervisor responsável pela linha de produção sobre a necessidade ou não de parar um equipamento pela incidência de algum defeito de qualidade. Como a própria equipe operacional é responsável pelo monitoramento/controle da qualidade do que eles produzem, eles mesmos devem tomar as ações necessárias de acordo com a gravidade do defeito em questão.

COUTINHO (s. d.) vai mais longe a respeito da autonomia do trabalhador, exigindo, para tanto, uma compreensão da totalidade do processo produtivo e um grau de participação consciente, pois “*em certos casos, o trabalhador tem até autonomia para parar a fábrica inteira se ele detectar que o fluxo produtivo está sendo inconvenientemente encaminhado o que, eventualmente, pode levar a prejuízos ou criar produtos desnecessários (...).*” (COUTINHO, s. d.:46).

As funções desempenhadas pelo Departamento Controle de Qualidade, em seu relacionamento com a produção, restringem-se a: (a) levantamento do histórico da qualidade

do produto, mediante amostragens diárias e de uma metodologia própria, que expressa o nível de qualidade do produto; (b) realização de auditorias para medir o nível de conhecimento técnico (procedimentos, normas, descrição e classificação dos defeitos, utilização do CEP etc.) da equipe operacional, além do comprometimento com a qualidade e trabalho em equipe. A auditoria é realizada semestralmente, por amostragem dos operadores e mecânicos de cada linha de produção, e os seus resultados divulgados, identificando as áreas que necessitam de melhoria; (c) coordenação e acompanhamento de testes que envolvem alterações nas especificações das matérias primas e novos fornecedores, e as conseqüências para a qualidade do produto.

Observa-se, assim, a transferência de um maior número de tarefas e responsabilidades para as pessoas que realmente agregam valor ao produto, característica da organização da “produção enxuta”. Para ABRAMO (1996), um crescimento geral nos requerimentos de habilidades e aptidões aponta para a tendência de erosão da diferenciação do emprego na indústria manufatureira, especialmente, nas áreas produtivas clássicas de manufatura, manutenção e controle de qualidade, com um “enriquecimento dos trabalhos” alcançado pela adição de tarefas de manutenção e monitoramento/controle da qualidade para as tarefas de produção.

Grupos de Melhoria Contínua

As mudanças exigem transformações nas estruturas hierárquicas e na própria forma de organização dos processos de trabalho, mediante a ampliação do trabalho em equipe, em que os Círculos de Qualidade, método já razoavelmente difundido em grandes empresas, é composto por trabalhadores voluntários, que se reúnem regularmente para discutir com seu superior hierárquico direto, tendo como objetivo levantar os principais problemas encontrados no trabalho e analisá-los, propondo e implementando soluções.

Na empresa pesquisada, no período de 1996 a 1998, dentro do mesmo conceito dos Círculos de Qualidade e embasados nos treinamentos sobre ferramentas da qualidade e trabalho em equipe, vários grupos de empregados reuniram-se de forma informal para tratar de temas

tais como elaboração de material para treinamento dos operadores em manutenção autônoma, confecção de pastas de manutenção preventiva dos novos equipamentos, dentre outros. Em 1999, a empresa decidiu formalizar a iniciativa desses grupos e passou a estimular a formação de Grupos de Melhoria Contínua, padronizando o treinamento e a atuação de tais grupos. Os Grupos de Melhoria Contínua são equipes de 5 a 8 pessoas, formadas por empregados colaboradores de diferentes funções, áreas e turmas que se reúnem para analisar as áreas de oportunidade e/ou os problemas que afetam os resultados da fábrica. Entre os objetivos almejados com a formalização dos Grupos de Melhoria Contínua, encontravam-se:

- Adotar na planta uma *best practice* de muitas outras empresas, inclusive, as pertencentes ao grupo internacional da empresa pesquisada;
- Aumentar a participação dos empregados da planta na busca efetiva de melhoria de resultados, cada vez mais desafiadores e imprescindíveis para o aumento da competitividade da empresa;
- Disseminar a utilização de técnicas e de ferramentas da qualidade no dia-a-dia do grupo operacional;
- Estimular a iniciativa e autonomia do grupo operacional na condução de trabalhos que requeiram senso de organização e planejamento, em termos de agendamento e participação de reuniões, registro de atas de reuniões, armazenamento das informações em arquivos ou pastas informatizados, elaboração de planos de ação etc.

A sugestão do tema a ser tratado pelo Grupo de Melhoria Contínua pode partir da gerência, da supervisão ou do empregados do “chão de fábrica”, porém ele deve ser específico, evitando trabalhos de espectro muito amplo, que se estendam em demasia ou nos quais se tenha dificuldade de manter o foco. A aprovação do tema é dada por parte da gerência, considerando-se para tanto dois critérios: (1) o tema deve estar em linha com as prioridades previamente definidas; (2) o encaminhamento do assunto, a solução do problema ou o desenvolvimento de oportunidades devem estar, pelo menos em parte, ao alcance do chão de fábrica.

Os empregados que compõem esses grupos participam de um treinamento de 5 dias, com o seguinte conteúdo: conhecimentos básicos de estatística, ferramentas da qualidade, ciclo de melhoramento contínuo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*, ou seja, planejar, executar, verificar, corrigir), condução de reuniões e elaboração de atas de reuniões. As responsabilidades dos membros dos Grupos de Melhoria Contínua estão relacionadas no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 – Responsabilidades dos participantes dos Grupos de Melhoria Contínua

Envolvidos	Responsabilidades
Gerência	<ul style="list-style-type: none"> Definição de prioridades, garantindo o alinhamento de todos às diretrizes da unidade, evitando que se reúnam grupos para trabalhar áreas não prioritárias ou que se criem frentes de trabalhos diferentes para o mesmo problema; Garantir que todos os empregados saibam quais são as necessidades e as prioridades da empresa; Demonstrar interesse pelo programa, participando, eventualmente, de reuniões dos grupos; Dar o devido reconhecimento ao esforço pelas melhorias alcançadas.
Coordenador	<ul style="list-style-type: none"> Selecionar os componentes do grupo; Providenciar treinamento para os participantes; Acompanhar os trabalhos em desenvolvimento; Levantar as barreiras encontradas pelos grupos; Elaborar relatórios com levantamentos estatísticos; Manter a Gerência informada quanto ao desenvolvimento dos trabalhos, resultados obtidos e barreiras a serem superadas; Incentivar e motivar os participantes; Analisar e julgar os trabalhos concluídos; Dar <i>feedback</i> aos envolvidos e interessados e divulgar as atividades dos grupos; Envolver, sempre que necessário, os fabricantes de equipamentos e fornecedores.
Facilitador	<ul style="list-style-type: none"> Participar da seleção dos componentes do grupo; Acompanhar o grupo, sem chefiar, para não prejudicar sua autonomia; Por estar próximo ao grupo, no próprio setor ou turno dos participantes, auxiliar na superação de obstáculos e na realização das atividades conforme planejado. Por exemplo, negociar com seus pares impasses quanto a liberação dos empregados; Sua participação nas reuniões é bem vinda, mas não obrigatória, quando estiver participando, ele deve, no entanto, deve preocupar-se em não sufocar o desenvolvimento dos demais participantes.
Líder	<ul style="list-style-type: none"> Ser o elo do grupo com a Supervisão, Gerência e Coordenação do programa; Coordenar as atividades e a distribuição de tarefas entre os colegas; Agendar e conduzir as reuniões; Garantir a utilização adequada das ferramentas de qualidade, tirando dúvidas dos colegas.
Membros Participantes	<ul style="list-style-type: none"> Demonstrar força de vontade e espírito cooperativo; Participar ativamente das reuniões; Praticar a utilização das ferramentas da qualidade; Cumprir as tarefas acordadas nas reuniões.

Fonte: Empresa pesquisada.

O Quadro 3.5 sumariza as inovações modernizantes que foram implementadas no DSM ao longo da década de 1990.

Quadro 3.5 – Cronograma de implantação das inovações modernizantes no DSM

Inovações Modernizantes no DSM	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Layout 2 M-1 / 1 P-2	X										
Layout 2 M-1 / 1 P-3			X								
Layout 1 M-2 / 1 P-4					X						
Layout 1 M-3 / 2 P-3							X				
Layout 1 M-3 / 2 P-2											X
TPM								X			
Terceirizações de atividades secundárias										X	
Responsabilização da equipe de produção (operadores e mecânicos) pelo monitoramento/controle da qualidade do produto									X		
Grupos de Melhoria Contínua										X	
Mudança do regime de trabalho para o sistema ininterrupto (ver seção 3.5)					X						

Fonte: Elaboração Própria.

3.5 Impactos Competitivos das Inovações Tecnológicas e Organizacionais

Flexibilidade

No que concerne à organização do trabalho, a novidade do novo sistema de organização do trabalho está na flexibilidade que se dá ao processo de trabalho, com o intuito de alcançar os objetivos de ampliação da produtividade, melhoria da qualidade do produto e variedade de produção. Encontram-se nesses objetivos as condições viabilizadoras da superação dos modelos organizacionais rígidos pelos flexibilizados (ARRUDA, 1997).

De acordo com SALERMO (1995:62), como um conceito mais amplo e abstrato, a flexibilidade repousa na “*habilidade de um sistema para assumir ou transitar entre diversos*

estados sem deterioração significativa, presente ou futura, de custos, qualidade e tempos, sendo uma variável de segunda ordem, não-homogênea, definível a partir de aspectos intra e extra-fábrica.” Uma das dimensões da flexibilidade, ainda segundo esse autor, é a flexibilidade de *mix*, que consiste na capacidade de suportar alterações no *mix* de produção dentro de uma dada gama (família) de produtos e partes, compreendendo atividades não só de *set up*, mas de suprimentos, organização do trabalho, adequação dos planos de manutenção e qualidade etc. Já CORIAT (1988), conforme ressaltado no Capítulo 2, ao analisar as novas formas e conceitos de organização da produção, define a dimensão da flexibilidade de *mix* de produtos, para uma linha de produção flexível, como aquela referente à possibilidade de fabricar simultaneamente um conjunto de produtos com características de base comum. Desta perspectiva, o autor afirma que é próprio da flexibilidade favorecer a maximização das taxas de utilização das capacidades instaladas e a aceleração da amortização dos equipamentos. Nesse sentido, é fundamental o papel que desempenha a flexibilidade em relação à ampliação das possibilidades de economia de escopo.

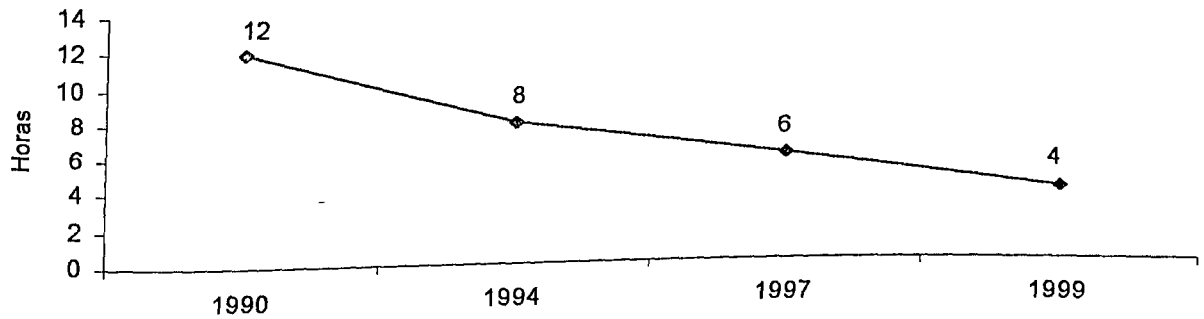
No DSM da planta foco do estudo de caso, conforme abordado anteriormente, no período anterior à instalação dos novos equipamentos e das inovações organizacionais, cada uma das 5 linhas de produção estava “dedicada” a produzir uma única marca/versão do produto. Portanto, quando da necessidade de uma linha de produção produzir uma marca/versão diferente, era necessária a troca de *set up* em todas as elaboradoras dessa linha (não há necessidade de troca de *set up* para as empacotadoras). Para o estudo de caso em discussão, o *set up* é um conjunto de peças intercambiáveis entre as elaboradoras, dentro de uma determinada gama – que obedece à especificação dos fabricantes das elaboradoras –, e possibilita a alteração de dimensões físicas de partes componentes do produto, mantendo suas características básicas, assim como permite a adaptação do equipamento para as novas dimensões das matérias-primas a serem utilizadas na nova marca/versão do produto. Essas trocas de *set up*, em todas as elaboradoras de uma linha de produção eram realizadas pelos mecânicos da linha de produção, e acarretavam uma perda de volume de produção muito significativa, considerando o tempo necessário de máquina parada para a troca de *set up*

propriamente dito e, os “ajustes finos” nos equipamentos, imprescindíveis pós trocas de *set up*, principalmente, os relativos a ajustes para uma boa qualidade do produto.

Após o advento dos novos equipamentos e de *layouts* mais planejados, cada linha de produção passou a ser capaz de produzir 3 marcas/versões do produto diferentes, proporcionando, por consequência, um significativo aumento do número de módulos “dedicados” à produção de uma marca/versão do produto específica. Portanto, diferentemente do limite máximo das 5 marcas/versões do produto (uma por linha de produção), que o DSM era capaz de produzir ao mesmo tempo, atualmente, podem ser produzidas simultaneamente até 15 marcas/versões do produto diferentes (3 em cada uma das 5 linhas de produção). Também, explorando-se ainda mais as possibilidades da economia de escopo, a planta foco do estudo de caso aumentou seu *mix* de produtos de menos de 6 marcas/versões, nos anos 1980, para as 34 marcas/versões do produto atuais, absorvendo marcas/versões antes produzidas somente em outras fábricas da empresa que foram fechadas ao longo da década 1990, conforme relatado anteriormente. A quantidade de trocas se *set up* tem aumentado continuamente ao longo dos anos, sendo realizadas 22, 26, e 84 trocas de *set up*, nos anos de 1999, 2000 e 2001, respectivamente.

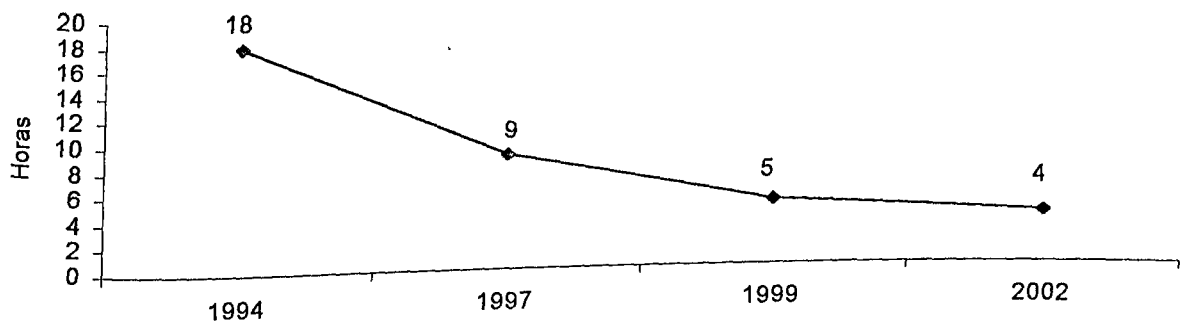
Com a exigência de freqüentes trocas de *set up* para atender às necessidades do planejamento e programação da produção, devido ao *mix* de produtos, a fábrica direcionou esforços no aprimoramento de técnicas, inovações e procedimentos que conduzissem à redução do tempo do *set up*, enfatizando a crescente importância que a dimensão “tempo” vem adquirindo no aumento da agilidade para atender a demanda e na redução de custo das organizações. Os Gráficos 3.7, 3.8 e 3.9 mostram a evolução do tempo de troca de *set up* para os tipos de elaboradoras existentes.

Gráfico 3.7 – Evolução do tempo de troca de *set up* para a elaboradora M-1



Fonte: Elaboração Própria.

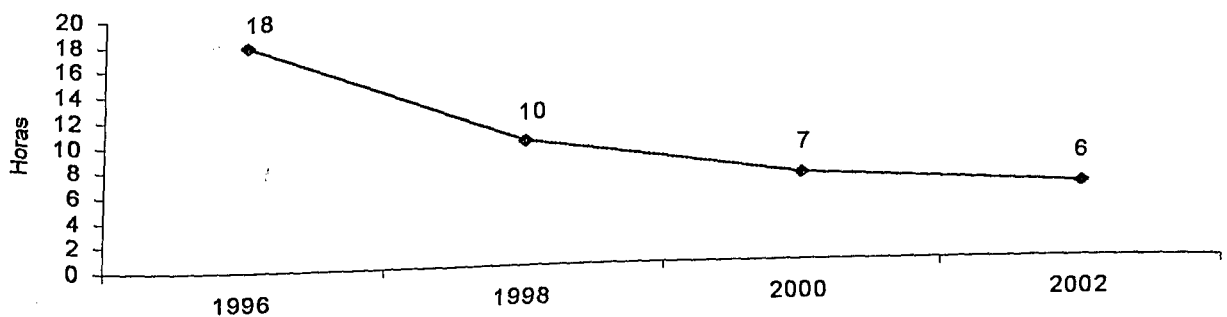
Gráfico 3.8 – Evolução do tempo de troca de *set up* para a elaboradora M-2



Fonte: Elaboração Própria.

Observação: o tempo de troca de *set up* de 2002 constitui-se em uma meta a ser alcançada.

Gráfico 3.9 – Evolução do tempo de troca de *set up* para a elaboradora M-3



Fonte: Elaboração Própria.

Observação: o tempo de troca de *set up* de 2002 constitui-se em uma meta a ser alcançada.

Atribuem-se essas reduções do tempo dispendido nas trocas de *set up*, diminuindo-se os impactos em produção e dessa forma, aumentando-se a capacidade de aceitar eventuais alterações nas ordens de produção do *mix* de produção, às seguintes ações desenvolvidas e focadas nessa finalidade:

- Mudança da atribuição de responsabilidade das trocas de *set up*, dos mecânicos das linhas de produção (manutenção corretiva) para os mecânicos de manutenção preventiva, mais capacitados a desenvolver tarefas de montagem e desmontagem de peças e subconjuntos dos equipamentos;
- Organização de conjuntos de jogos de conversão de *set up* específicos para cada tipo de equipamento (elaboradora) e para cada especificação de *set up*;
- Elaboração de *check list* para os componentes dos jogos de conversão, para verificação do estado de conservação dos componentes ou se há falta de algum;
- Realização de treinamentos *on the job* e confecção de manuais com a descrição de procedimento da sequência de trabalho e dos ajustes necessários para cada tipo de troca de *set up*;
- Aquisição de ferramentas e dispositivos especiais como gabaritos (adquiridos dos fornecedores dos equipamentos), relógio comparador, bases magnéticas etc, destinados exclusivamente para as trocas de *set up*;
- Aquisição de subconjuntos reservas já preparados e ajustados previamente, para serem montados diretamente no equipamento. Com isso, ganhou-se o tempo que era dispendido para a substituição dos componentes do jogo de conversão no próprio subconjunto da elaboradora, além do tempo necessário para os ajustes recomendados;
- Melhoria do trabalho em equipe entre mecânicos e eletrônicos de modo a conduzirem suas tarefas simultaneamente, sempre que possível;
- Envolvimento e treinamento dos mecânicos das empacotadoras em trocas de *set up*, disponibilizando mais recursos para as essas atividades, quebrando o paradigma de mecânicos por especialidade de equipamento e colocando-se o foco na função desempenhada e trabalho em equipe.

Existem, ainda, na planta analisada, duas outras formas de flexibilidade de *mix*: (a) a produção de uma nova marca/versão do produto a partir da troca apenas das matérias-primas, sendo que, nesse caso, o tempo dispendido é o necessário para “descarregar” ou “esvaziar” as máquinas do produto que estava sendo produzido para a entrada do novo produto; (b) em 2001, adotou-se o conceito de “minifábricas” para alguns módulos do DSM, dedicando-os à produção de determinadas marcas/versões do produto de volumes mensais muito pequenos, que operam apenas no 1º turno ou no 1º e 2º turnos, e ficam fora de operação no 3º turno. Para os módulos que se enquadram dentro desse conceito – que atualmente são 2 M-1 / 1 P-2, 2 M-1 / 1 P-3 e 1 M-3 / 2 P-3 –, é possível ainda realocar e direcionar as equipes operacionais de mecânicos e operadores entre esses módulos, conforme flutuação relativa dos *mix* de produção ou de necessidade definida pela área de programação e planejamento da produção. Portanto, as “minifábricas”, além de elevarem o grau de flexibilidade de *mix*, possibilitam uma otimização da utilização de recursos, evitando a ociosidade de mão de obra, e também uma redução de custos, pelo fato de não operarem no 3º turno, sobre cuja mão-de-obra incide o adicional noturno, que, na empresa, pesquisada é muito superior aos 26% previstos na legislação trabalhista.

Produtividade e Custos de Produção

A empresa centro da discussão, nos anos 1980, como mencionado anteriormente, tinha a economia de escala como seu foco principal, isto é, estava orientada para a produção de grandes quantidades e volumes necessários para atender à demanda do mercado, por intermédio de seu ativo de equipamentos de tecnologia obsoleta, ocasionando baixa produtividade e sem a atenção atual sobre a qualidade do produto, ditada pela emergência de novas normas de consumo e a conseqüente alteração do perfil da concorrência, característicos da década passada. Nos anos 1990, conforme já dito, houve uma mudança radical do foco em volume para outro voltado para a modernização tecnológica e organizacional, com a finalidade de melhorar o nível de produtividade e de qualidade do produto, com a implantação de sistemas internos de qualidade.

É oportuno, aqui, explicitar, algumas mudanças que a empresa pesquisada implementou, ao longo da década de 1990, no seu regime de trabalho, buscando elevar os tempos de ocupação efetiva de seus equipamentos. No início dos anos 1990, o regime de trabalho utilizado era o sistema 5 x 2, isto é, de segunda-feira à sexta-feira, com parada da fábrica aos sábados e domingos, e feriados, com 3 turnos de trabalho, 24 horas/dia. Visando ao regime de trabalho ininterrupto, ideal para indústrias de processo de fluxo contínuo, adotou-se o sistema 6 x 2 (6 dias de trabalho e 2 dias de folga), com sistema de cobertura das folgas. Conforme mostrado no Quadro 2.6, da seção 2.5, segundo SHAIKEN (1985), existe um grande potencial de aumento da taxa efetiva de ocupação da capacidade instalada da indústria manufatureira, em sistemas de turnos de trabalho, abrangendo as 24 horas de um dia, e a utilização de todos os dias da semana e dos feriados, que constituem em importantes reservas de produtividade que devem ser exploradas. Posteriormente, por uma necessidade de um maior tempo dedicado ao descanso, manifestado pelos próprios empregados, o regime de trabalho foi alterado para o sistema 6 x 3 (6 dias de trabalho e 3 dias de folgas), mantendo-se, porém, a in interrupção do trabalho. Assim, por meio de uma taxa maior de ocupação de seus equipamentos e, por consequência uma melhor utilização do seu capital fixo, a empresa pesquisada focalizou a redução dos custos de produção pelo aumento de produtividade de suas máquinas.

A busca da elevação dos níveis de produtividade e de qualidade pela empresa analisada exige a potencialização do novo padrão tecnológico por meio das novas formas de organização do trabalho e da produção, e, de certa forma essa potencialização assemelha-se muito com o que as empresas, segundo KREIN (1997), de modo geral, estão buscando:

- a) Reduzir o estoque de matéria-prima e de produto acabado, como forma de aumentar a rotatividade do capital de giro;
- b) Fazer com que o trabalhador seja polivalente, capaz de exercer mais de uma função dentro do ambiente de trabalho;
- c) Aumentar a qualidade dos produtos para a satisfação do cliente, como estratégia para manter ou ampliar sua participação no mercado, focalizando o controle da qualidade em todo o processo produtivo e não só no produto final;

- d) Diminuir custos e desperdícios, mediante a eliminação de funções e de postos de trabalho dentro da empresa; do barateamento dos componentes do produto; e da utilização da modularidade e produtividade;
- e) Fazer crescer a produtividade da empresa, conseguindo níveis “ótimos” de escala;
- f) Diminuir o nível de conflito sindical e conseguir a adesão do trabalhador aos novos métodos produtivos.

A empresa pesquisada empreendeu, para tanto, um grande esforço de racionalização, com vistas à redução de custos, por intermédio de processos de focalização e de terceirização. Primeiramente, no final dos anos 1980 e na primeira metade dos anos 1990, a empresa definiu quais mercados e com que produtos iria competir (focalização) e, a partir dessa análise, concentrou-se apenas na sua atividade-fim ou no seu *core business*, abandonando os produtos e mercados nos quais não se julgava competitiva o suficiente; identificou os processos industriais nos quais era forte e em que não era, descontinuando estes últimos. O objetivo primeiro tem sido a racionalização de custos; depois vem a criação de uma rede de fornecedores. Nesse sentido, no final dos anos 1980, a empresa vendeu duas empresas de seu grupo, as quais detinham capital majoritário, do setor agro-industrial. Na primeira metade dos anos 1990, desfez-se de sua participação acionária em mais duas outras empresas, sendo uma do setor de materiais para embalagens e outra de papel e celulose.

Após o processo de focalização, a partir da segunda metade dos anos 1990, a empresa analisada iniciou investimentos em terceirizações de atividades, que não eram realmente parte do seu “negócio”, ou seja, daquilo que é definido como o foco da empresa. Esse processo de terceirização na empresa pesquisada (ver Quadro 3.6), abrangendo as atividades que não façam parte do seu processo produtivo, manifestou-se em dois diferentes estágios: inicialmente, foram transferidos para fornecedores externos aqueles serviços gerais (restaurante, vigilância, serviços de limpeza e jardinagem, manutenção predial etc), visto que o mercado já disponibilizava de empresas especializadas em tais serviços; em um segundo momento, terceirizaram-se atividades específicas que demandaram o desenvolvimento de fornecedores para a capacitação em tais

tarefas, estabelecendo-se novas formas de organização e exigindo-se uma estreita relação de parceria e integração entre a empresa e esses fornecedores terceirizados.

CARLEIAL (1997:306-307) capta a dimensão maior da terceirização, traduzida

“como estratégia explícita de busca por redução de custos, redução de riscos e que redundam em vantagens de centralização nas atividades principais, que são as de mais alto conteúdo tecnológico, que agregam mais valor e que não devem ser transferidas, ou porque significam os “segredos” da empresa, ou porque representam anos de aprendizado dedicados àquelas tarefas etc. A subcontratação também é vantajosa, pois reduz custos de mão-de-obra, gastos com ativos e imóveis etc. Portanto, a subcontratação (...) emerge claramente como prática que ‘libera’ o capital para outros fins, os quais são definidos por cada empresa.”

Logo, como subcontratar significa ficar mais ágil, mais rápido e mais líquido, a autora considera que a subcontratação é mesmo uma inovação organizacional que está sendo empreendida para obter ganhos econômicos. A autora complementa, então, que sua prática pela subcontratante visa: (a) externalizar investimentos em ativos fixos, riscos, custos trabalhistas ou quaisquer outros; (b) reduzir o tamanho da planta; (c) revitalizar-se pelo estabelecimento de novas relações; (d) constituir em novas bases a produção, uma vez que serão partilhados problemas, riscos, inseguranças quanto ao mercado, ao mesmo tempo em que também poderão ser partilhadas conquistas como, por exemplo, a busca por competitividade e inserção internacional etc.

Um ponto a destacar é que a empresa analisada exige um contrato formalizado, com prazo determinado, com cada uma das empresas terceiras, descrevendo o serviço a ser prestado pelas subcontratadas e detalhando as exigências de qualidade de tais serviços. Além da obediência aos termos contratuais, a empresa analisada coloca também para suas subcontratadas outros requerimentos:

- Busca constante do “Zero Acidente”, sendo que a subcontratada deve realizar para seus empregados, periodicamente, treinamentos de segurança específicos para a atividade que desenvolve;
- Alcançar a certificação de qualidade nas normas ISO 9001, 14001 e 18001, estabelecendo um cronograma para adquiri-las;

- As subcontratantes devem estimular aqueles seus empregados que ainda não têm o 1º Grau completo a obterem a sua conclusão, dentro do prazo determinado pela empresa.

Quadro 3.6 – Atividades terceirizadas pela planta pesquisada

Área	Descrição dos Serviços
Geral	<ul style="list-style-type: none"> • Restaurante; • Segurança Patrimonial.
Armazéns/Expedição	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentação mecânica de cargas; • Movimentação geral dos Armazéns; • Movimentação geral Expedição; • Transporte de materiais externos.
Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentação mecânica de cargas; • Manutenção sistema de refrigeração; • Serviços de limpeza e jardinagem; • Manutenção predial; • Serviços de usinagem e caldeiraria; • Análise físico-químicas; • Manutenção de extintores.
DPM	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentação mecânica de cargas; • Serviços de limpeza e conservação; • Movimentação manual de cargas.
DSM	<ul style="list-style-type: none"> • Retirada de estragos/transporte de materiais; • Seleção e recuperação de produtos rejeitados; • Almoxarifado de Sobressalentes; • Serviços de limpeza e conservação; • Movimentação manual de cargas.

Fonte: Empresa pesquisada, 2001.

De acordo com o quadro acima, se considerada a terceirização das atividades de recuperação e a seleção de produtos rejeitados no processo produtivo, ocorridas no DSM, e estabelecendo-se um comparativo entre as Tabelas 3.3 e 3.5, tem-se como resultado o crescimento percentual do volume produzido por operador para cada tipo de *layout* (ver Tabela 3.6). Se comparado o crescimento da relação volume/operador dos módulos 1 M-3 / 2 P-3 e 1 M-3 / 2 P-2, apesar das elaboradoras serem as mesmas para ambos os tipos de *layouts*, e as

empacotadoras P-2 e P-3 possuírem a mesma velocidade (8000 unidades/minuto), o primeiro *layout* apresenta um crescimento da relação volume/operador de 25,0%, bem inferior ao do segundo, de 66,7%, que foi projetado posteriormente. Porém a empresa do estudo de caso já tem concluído um projeto de alteração do *layout* do módulo 1 M-3 / 2 P-3, adaptando-o ao mesmo conceito do *layout* do módulo 1 M-3 / 2 P-2 (conforme Figura 3.4), possibilitando a redução de um operador, o que permitirá atingir o mesmo crescimento da relação volume/operador deste último.

Tabela 3.6 – Crescimento volume produzido/operador em função de terceirizações de atividades secundárias

<i>Layout</i> Do Módulo	Mil Unidades/Operador/Hora (antes da terceirização)	Mil Unidades/Operador/Hora (após terceirização)	Crescimento da relação volume/operador (%)
2 M-1 / 2 P-1	108	108	0,0
2 M-1 / 1 P-2	120	160	33,3
2 M-1 / 1 P-3	120	160	33,3
1 M-2 / 1 P-4	200	300	50,0
1 M-3 / 2 P-3	192	240	25,0
1 M-3 / 2 P-2	192	320	66,7

Fonte: Elaboração Própria.

Além dos impactos sobre o volume de emprego, o processo de terceirização também provocou mudanças na qualidade do trabalho utilizado, aumentando o peso relativo de fração mais qualificada da força de trabalho. Isto se deve à própria lógica das atividades que são transferidas para os terceirizados, que ao contrário da atividade-fim de caráter tácito (e só parcialmente codificável) e da curva de aprendizagem pronunciada, são caracterizadas pelo baixo conteúdo tecnológico e por agregaram pouco valor ao produto. Tais mudanças resultam, habitualmente, em novos padrões de seletividade ocupacional no que respeita aos atributos do trabalhador que se consideram como preferenciais, beneficiando os indivíduos com mais alta escolarização formal.

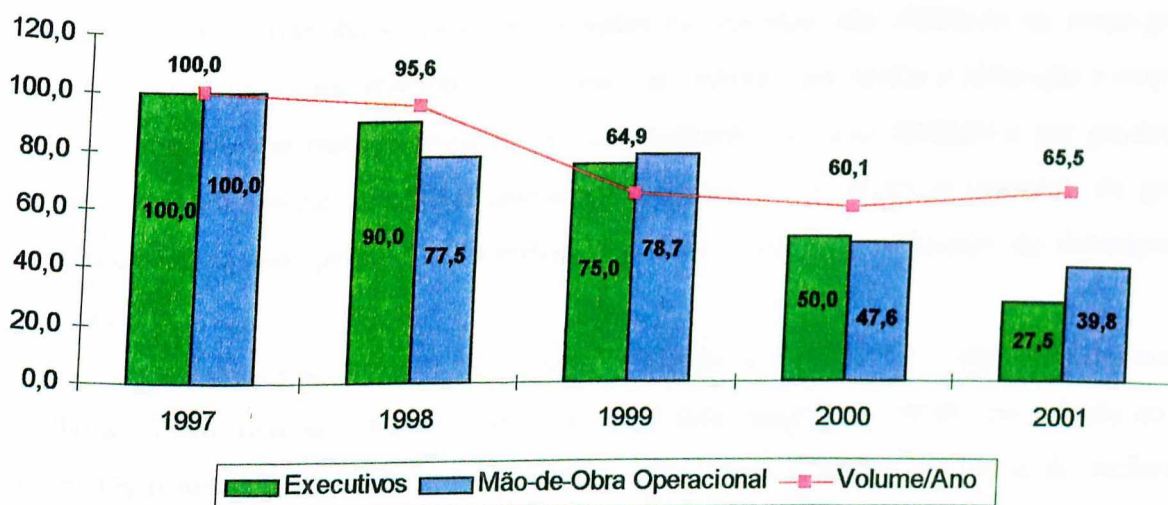
O processo de redimensionamento da mão de obra da empresa atingiu também a gerência de área e a supervisão, isto é, a categoria de executivos da empresa (ver Gráfico 3.10 que se refere ao DSM, mas o mesmo conceito foi utilizado para as demais áreas da planta). Com o *downsizing* aplicado nessas funções, a empresa procurou diminuir os passos no encaminhamento das decisões, uma vez que, o envolvimento e a participação dos trabalhadores no processo de produção são pressupostos básicos para as mudanças na organização do trabalho implementadas por ela, juntamente com o aumento de suas responsabilidades e autonomia individuais.

O Gráfico 3.10 traz um comparativo entre as reduções de volume de produção e da mão-de-obra operacional (técnicos, mecânicos, operadores etc) e de executivos, ocorridas no DSM, de 1997 a 2001. Observa-se que o nível de mão-de-obra, tanto operacional como de executivos, com exceção do ano de 1999, ficou abaixo do nível de volume de produção, considerando-se o ano de 1997 como referência. Ao final desse período, em 2001, constata-se uma redução de volume de produção da ordem de 34,5%, e de 60,2 % e 72,5% para a mão-de-obra operacional e de executivos, respectivamente. O Gráfico 3.10 evidencia o maior impacto no quadro de executivos da empresa, no qual, em cinco anos, houve uma redução de 72,5%. Uma redução dessa magnitude só encontra explicação no aumento de autonomia e responsabilidades da mão-de-obra operacional, por meio das mudanças atitudinal e comportamental e no incremento de conhecimento tão focalizadas pela empresa em seu programa de treinamentos.

Para o redimensionamento da mão-de-obra operacional, vale o que já foi mencionado anteriormente: (a) módulos com novos equipamentos e *layouts* com menor quantidade de operadores; (b) implementação da manutenção autônoma do TPM e unificação das responsabilidades de operação, manutenção e qualidade; (c) terceirização de atividades de baixa qualificação e de baixo valor agregado. No que se refere à redução do número de executivos (supervisores e gerentes de produção), ela está associada a uma redefinição da sua área de atuação e de responsabilidades. O estudo de caso aponta que parte das responsabilidades dos supervisores foi assumida pelos operários, a partir do aumento dos requerimentos de sua qualificação, por intermédio dos treinamentos realizados, no quais o aprendizado formal e o

“tácito”, combinam-se de forma contínua. De acordo com o conceito original, no DSM, cada supervisor tinha sob sua responsabilidade uma linha de produção, conforme já descrito anteriormente, e cada gerente de produção um turno de trabalho. A responsabilidade de cada supervisor foi ampliada para 2 linhas de produção e, posteriormente, para 3 linhas de produção. Com essa ampliação de área de atuação sob sua responsabilidade, os supervisores de produção tiveram seus cargos enquadrados em um de nível gerencial. Já o número de um gerente de produção por turno foi reduzido para apenas um gerente de produção responsável pelos 3 turnos do DSM.

Gráfico 3.10 – Evolução da mão-de-obra do DSM, 1997-2001



Fonte: Elaboração Própria.

Observação: a mão-de-obra operacional e de executivos, e o volume de produção do ano de 1997 estão na base 100, sendo que os dados para os próximos anos se referem a esta base de referência.

Como sugerido por alguns autores, nos processos de reestruturação, a recriação de cargos é um procedimento comum, mesmo em empresas que tiveram redução nos níveis hierárquicos, haja vista que, com o programa de reestruturação organizacional, as empresas encontram-se numa fase de reorganização de cargos, funções, rotinas e tarefas; assim, ao mesmo tempo em que cargos podem ser eliminados, surge a necessidade de novas funções. Essa reorganização também está se verificando na empresa do estudo de caso. Por exemplo, com a redução significativa de executivos, surgiu a necessidade de criação de um cargo, em

nível operacional, com a função de coordenar e desenvolver equipes, processos e atividades, exercendo liderança técnica, administrativa e/ou operacional. Até então, a empresa está valorizando os seus recursos internos para completar as vagas abertas para essa função, cujos requerimentos são curso superior completo, fluência na língua inglesa, conhecimento e experiência em sua área de atuação e variância de habilidades.

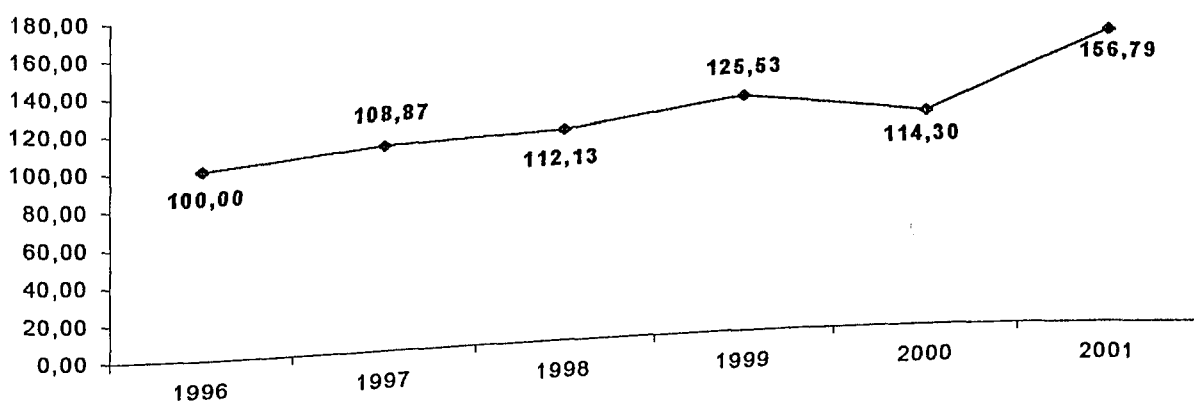
Finalmente, os Gráficos 3.11 e 3.12 mostram a evolução dos resultados da planta pesquisada em termos da produtividade parcial do trabalho e do custo por mil unidades produzidas, no período de 1996 à 2001, consolidando todas as ações empreendidas por ela para a melhoria desses parâmetros. A produtividade parcial do trabalho quantifica o volume de produção por homem/hora trabalhada, ou seja, é a relação entre quantidade produzida e o número de horas trabalhadas pelos empregados da empresa, não incluindo os empregados terceiros. O custo por mil unidades produzidas é um número que traduz o custo que a empresa tem para transformar matéria-prima em produto acabado, em valor absoluto e por produção, sendo uma metodologia de cálculo padronizada e adotada por todas as empresas do grupo multinacional ao qual pertencem, utilizada, inclusive, como forte indicador de desempenho entre elas.

Os resultados de redução de custos, conforme o Gráfico 3.11, são constantemente melhorados ano após ano, representando em 2001 uma redução de 58,5% em relação ao de 1996. Os resultados de produtividade também apresentam a mesma tendência de melhoria, revelando uma queda pontual em 2000, para posterior recuperação da tendência em 2001. Uma explicação para esse fato, é que voltando-se a atenção novamente para o Gráfico 3.10, observa-se que, no ano de 2000 em relação à 2001, havia uma capacidade ociosa de mão-de-obra, pois mesmo com o incremento do volume de produção em 5,4% de 2000 para o ano seguinte, houve redução de 22,5% no número de executivos e de 7,8% na mão-de-obra operacional. A produtividade de 2001 aumentou 56,8% em relação à produtividade de 1996.

Dessa forma, apreende-se que os significativos resultados alcançados nos níveis de produtividade (aumento de 56,8%) e de custos (redução de 58,5%), no período de 1996 a 2001, levam ao entendimento de que apenas a adoção de inovações em nível tecnológico, não daria sustentação suficiente para tamanha alavancagem de resultados. Foi o conjunto das

mudanças organizacionais implementado pela empresa que agiu como um eficaz catalisador ampliando a exploração das possibilidades abertas pela mudança técnica. Conclui-se, assim, que a combinação e interação entre inovações tecnológicas e organizacionais, por meio de um intenso processo de aprendizagem, apresenta-se como fator-chave da estratégia da empresa voltada para a ampliação de sua competitividade.

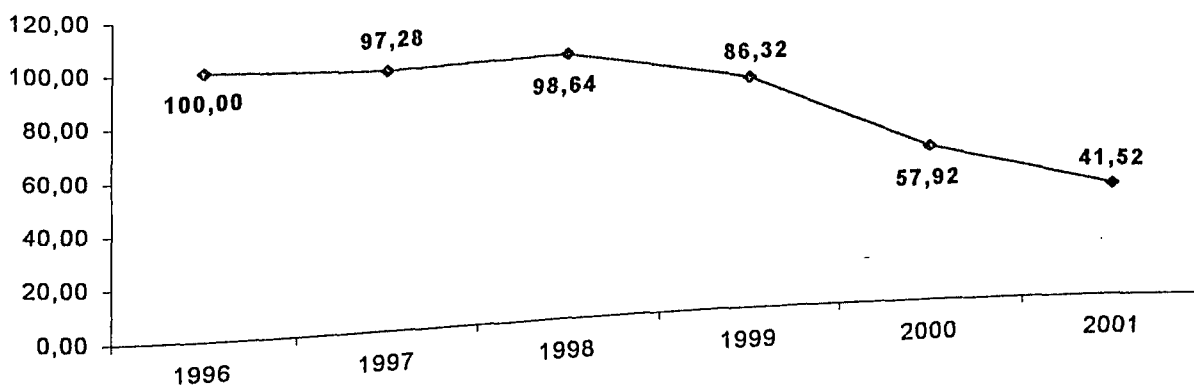
Gráfico 3.11 – Evolução da produtividade parcial do trabalho, 1996-2001



Fonte: Elaboração Própria.

Observação: a produtividade parcial do trabalho do ano de 1996 está na base 100, sendo que as produtividades dos próximos anos se referem a esta base de referência.

Gráfico 3.12 – Evolução do custo por mil unidades produzidas, 1996-2001



Fonte: Elaboração Própria.

Observação: o custo por mil unidades produzidas do ano de 1996 está na base 100, sendo que os custos dos próximos anos se referem a esta base de referência.

CONCLUSÕES FINAIS

No processo de adoção do novo paradigma tecnológico, fundamentado na microeletrônica, ganha importância a difusão de inovações gerenciais e organizacionais, em paralelo à difusão das inovações tecnológicas. Elas são imprescindíveis para que o potencial revolucionário da tecnologia possa ser transformado em aumentos de produtividade, condição necessária, mesmo que insuficiente, para a melhoria dos níveis de emprego e condições de vida. Em sendo assim, parece correto afirmar que as trajetórias de difusão das novas tecnologias guardem relação com os diferentes contextos sociais e institucionais encontrados.

As mudanças, em curso, de estilos gerenciais, padrões organizacionais, relações de trabalho e correspondentes instituições, ainda encontram barreiras consideráveis, principalmente de ordem social. Essa constante interação entre a tecnologia e a sociedade tende a conformar diferentes estruturas de aprendizado, que, por sua vez, condicionam o processo de difusão e mudança tecnológica e, dessa maneira, não se pode pensar em mecanismos que conduzam à convergência para um único padrão inovativo tecnológico e organizacional.

A análise do estudo de caso desta dissertação mostrou que somente a adoção de inovações em nível tecnológico, não seria suficiente para alcançar os patamares de produtividade e redução de custos enfatizados no Capítulo 3, dentro do curto espaço de tempo considerado. Foi por intermédio das mudanças organizacionais que a empresa foco da análise potencializou e ampliou a exploração das possibilidades abertas pela mudança técnica, integrando, dessa forma, as seqüências temporais da produção, com a finalidade de obter maior capacidade produtiva e redução dos tempos de trabalho e de operação. Para a empresa do estudo de caso, os investimentos em novos equipamentos e em qualificação da mão-de-obra, e a difusão das novas tecnologias e inovações organizacionais, com intenso aprendizado, são os elementos básicos de sua estratégia voltada para integrá-la competitivamente na economia globalizada.

As diferenças de competências das firmas para desenvolverem suas competências distintas ou desenvolverem novas competências tornam-se fatores críticos a longo prazo, pois,

em muitos casos, há que preceder a construção dessas novas competências a destruição de outras adquiridas no passado.

O estado da arte passa a ser reinventado num ritmo cada vez maior, e as conseqüências desse fenômeno, na vida econômica e social do homem, ainda não puderam ser dimensionadas em sua totalidade. A mudança que se presencia não é simplesmente a mudança de técnicas de produção e de características de produto, mas também de estruturas e de comportamentos envolvendo fatores fundamentais para as economias como formas de competição, produtividade, perfil de empregados, mecanismos de regulação das instituições etc (DOSI & ORSENIGO, 1990).

As empresas procuram utilizar as fontes de competitividade, articulando eficiência tecnológica e administrativa, a fim de adquirirem vantagens sobre o seus concorrentes. Procura-se estabelecer um processo contínuo de desenvolvimento de inovações que se configurem em vantagens competitivas ou *core competences* para os agentes. A apropriabilidade das inovações determina a rentabilidade/lucratividade da firma após implementá-las, dependendo, em grande medida, da dificuldade de serem imitadas pelos concorrentes. Segundo a taxonomia de PAVITT (1984), a apropriabilidade das inovações em alguns setores é baixa porque o progresso técnico é gerado em outros setores, ocasionando uma dependência dessas empresas em relação aos fornecedores de equipamentos. Porém, apesar da empresa pesquisada estar inserida dentro de um setor dominado por fornecedores e possuir, portanto, apropriabilidade baixa em relação à tecnologia dos equipamentos provenientes deles, o mesmo fenômeno não se traduz para suas inovações organizacionais implementadas. Estas são fatores diferenciadores em relação aos seus concorrentes e deve ser atribuída à forma como desenvolveu suas competências internas, no sentido de adaptar e integrar sua configuração organizacional de habilidades, recursos disponíveis e competências funcionais para equiparar-se aos requerimentos exigidos pela mudança técnica, no sentido de maximizar seu potencial de benefícios.

A combinação e a interação de inovações tecnológicas e organizacionais possibilitam rápida resposta às exigências de um mercado diferenciado, em constante mudança, seja nos padrões de competitividade ou no padrão de consumo, refletindo em mudança do perfil da

demanda. Tais transformações, no nível da demanda, são viabilizadas pela crescente importância das economias de escopo, favorecendo o abandono da produção de bens padronizados e em grande escala pela busca de uma variação cada vez maior de produtos diferenciados fabricados em pequenos lotes em plantas “flexíveis”.

A capacidade de tornar a produção flexível às demandas de mercado deve ser correspondida por um modelo organizacional de maior flexibilidade, sintonizado-o com as necessidades e demandas do mercado, gerenciamento e decisões baseadas no uso intensivo da informação e sistemas definidos pelo consumidor. Como decorrência às constantes alterações das condições da demanda, as empresas sofrem pressões constantes para melhorar o preço, a qualidade e a flexibilidade simultaneamente.

Na planta foco do estudo de caso apresentado, o aspecto da flexibilidade ficou bem evidenciado com o significativo aumento de seu *mix* de produção nos anos 1990, em relação aos anos 1980. Para alcançar o nível elevado de capacidade de produzir simultaneamente produtos com características de base comum, com ênfase na flexibilidade de *mix*, houve o imperativo de uma série de esforços, buscando-se melhorias contínuas por parte da empresa, no sentido de obter reduções constantes no tempo de troca de *set up* de seus equipamentos, conforme discutido na seção 3.5, enfatizando-se a crescente importância da dimensão “tempo” no aumento da agilidade para atender à demanda. Outro aspecto a ser considerado, é que reduções no tempo de troca de *set up*, assim como, muitas outras melhorias de pequena magnitude, são imprescindíveis em sua totalidade para uma diminuição constante dos custos variáveis da planta, que apresentaram uma significativa redução de 58,5%, no período de 1996 a 2001.

No cenário competitivo atual, o sucesso exige a consideração da manufatura como função de caráter estratégico e parte integrante da inteligência da empresa, pois qualidade do produto e produtividade conseguem-se no processo produtivo. Um ponto a destacar é que deve-se também reconhecer ser essa uma função que requer operação inteligente, assim como as demais funções organizacionais, todas elas integradas em termos de estratégia de competição da empresa em nível de toda a organização. Contudo, não pode deixar de ser ressaltada a necessidade de integração da manufatura com outras áreas da organização, como marketing e

finanças, considerando que o resultado final da organização depende da sinergia entre elas. (FLEURY, 1994).

Inserido no contexto da gestão da manufatura como caráter estratégico, cada vez mais as empresas se sentem compelidas a vislumbrarem a transição em direção a novos patamares de competitividade, fundamentada na busca de novos modelos organizacionais e da formação de recursos humanos. Os novos patamares de competitividade requerem, imprescindivelmente, o acompanhamento e a verificação constantes de indicadores precisos e consistentes de custos, exigindo que a empresa tenha real capacidade de entender e administrá-los, isto é, fazer uso dos conceitos de custo e de valor em seus processos decisórios.

Como abordado na seção 3.5, a empresa do estudo de caso tem como uma de suas principais prioridades empreender ações focalizadas na redução de seus custos, dentre eles, o custo por mil unidades produzidas, acompanhado e analisado mensalmente pela empresa, constituindo-se em um importante indicador de competitividade entre as empresas do grupo ao qual pertence, situadas em vários países. Dessa maneira, um menor custo por mil unidades produzidas é uma vantagem competitiva muito significativa, que determina a tomada de decisão do grupo ao qual pertence, de se produzir em uma determinada planta, situada em uma determinada região/país do globo, para atender a nichos de mercados fora do seu raio de atuação tradicional e, que, normalmente, seriam atendidos por outra de suas plantas.

Quanto à questão da qualificação, mesmo que a tecnologia desempenhe um forte papel condicionador das formas como o trabalho adotará as novas características das qualificações, ela não conduz a um desenvolvimento homogêneo dos requerimentos de qualificação, quando consideradas as múltiplas condicionantes implícitas em uma situação industrial particular. Pode-se, assim, identificar que não existe uma única direção traçada pela tecnologia e que seus impactos sobre os requerimentos das qualificações são distintos nos processos produtivos, no tempo e no espaço, em virtude das relações sociais desenvolvidas no interior destes. Na realidade, evidencia-se o fato de que a evolução dos requisitos da qualificação não se apresenta numa única direção e intensidade.

O processo de adoção de inovações modernizantes afeta os requisitos da qualificação profissional pela valorização de novos requisitos pessoais e comportamentais e do

conhecimento. A nova prática produtiva vem demandando a combinação desses requisitos, o que indica que os trabalhadores devam desenvolver o conjunto de atributos envolvidos em cada um deles. A própria noção de qualificação vem sendo revista, passando a assumir a dimensão de competência, na qual o aprendizado formal e o "tácito", mediante experiência, combinam-se de forma particular e contínua.

O novo perfil do trabalhador valoriza traços como participação, iniciativa, raciocínio e comprometimento com resultados. Obviamente, isto significa uma profunda transformação, porque o perfil de habilidades e capacidades do trabalhador precisa mudar radicalmente. O trabalhador, no passado, apenas fazia tarefas especializadas, repetitivas, quase que destituídas de qualquer esforço intelectual, obedecendo a padrões voltados para o taylorismo/fordismo. Ele não precisava refletir, nem compreender, não precisava estar atento para o fluxo do processo em sua totalidade. Porém esse antigo perfil tornou-se incompatível como os novos processos. Estes, agora, passam a exigir do trabalhador uma capacidade de lidar com novos equipamentos, em um ambiente de trabalho transformado, em que a presença de um micro processador ou de um micro computador requer que ele olhe uma tela, interfira no processo através de um teclado e que ele possa começar a administrar um pedaço daquele processo produtivo de maneira proativa consciente e não mais de maneira reativa. Muito embora ainda esteja subordinado ao conjunto do processo, ele precisa ganhar intimidade com aquele processo e compreensão de como funciona e, por essa razão, precisa, além de compreender, ser capaz de interpretar o processo produtivo tal como ele está ocorrendo (COUTINHO, s. d.:46-47).

O estudo de caso deixa evidente que se promoveram mudanças na qualificação profissional em virtude da adoção de inovações técnico-organizacionais. A análise da empresa pesquisada aponta que a convergência para um perfil de qualificação, muito próximo às tendências de qualificação descritas no Capítulo 2 e, valorizando atributos como: (a) iniciativa para tomar decisões e disposição para quebrar paradigmas; (b) mentalidade de melhoria contínua, geral e individual; (c) conhecimento amplo do produto e processo; (d) comunicação eficaz em todos os níveis hierárquicos; (e) habilidade para trabalhar em equipe e bom relacionamento no grupo; (f) conhecimentos teóricos, aplicados em controle de qualidade, mecânica, eletrônica, e manutenção também para operadores; (g) raciocínio lógico para

resolução de problemas e proposição de soluções criativas; (h) atitude geral mais aberta e favorável a mudanças, aceitando positivamente novos desafios. A qualificação passa a definir-se mais como competência ou capacidade de agir, intervir, decidir em situações imprevisíveis, do que um estoque estático de conhecimentos; e dessa capacidade de julgamento e resolução de problemas depende a própria produtividade global (LEITE, 1997). O aumento dos requerimentos da qualificação, para a empresa pesquisada, constituiu-se em fator decisivo para a tomada de decisão de reduzir o seu quadro de executivos do DSM de 72,5%, nos últimos 5 anos, mesmo considerando-se a queda de 34,5% no volume de produção do DSM. Essa discrepância, entre a queda do volume de produção e a redução do quadro de executivos, ratifica a convicção da empresa no fato de os trabalhadores desse departamento estarem aptos a assumir mais responsabilidades e preparados para usufruir a autonomia necessária ao desempenho de suas competências de forma eficiente.

O estudo de caso aponta para um crescimento geral nos requerimentos de habilidades e aptidões dos trabalhadores, evidenciando a tendência de junção das três áreas clássicas da indústria manufatureira: produção, manutenção e controle de qualidade. De uma forma geral, a qualificação profissional baseia-se em um maior número de tarefas realizadas pelos operários, ou seja, são incorporadas às tarefas tradicionais, tarefas ligadas à manutenção, filosofia 5S, controle de qualidade, dentre outras; em uma sobrevalorização do conhecimento proveniente da experiência, quando comparado com o conhecimento teórico; e em um alto grau de comprometimento dos operários com os objetivos e programas das empresas.

De acordo com o Capítulo 3, na planta pesquisada, a separação entre o controle de qualidade e produção foi desfeita, e ambos, reintegrados pela estratégia de controle de qualidade total, de modo a garantir a qualidade por meio do monitoramento e controle pela própria equipe operacional da produção, adotando-se o novo paradigma “quem produz é responsável pela qualidade do produto”. Como mencionado, essa nova responsabilidade exigiu um significativo incremento do conhecimento do processo em sua totalidade, pela equipe operacional, assim como o desenvolvimento de capacitação técnica para análise dos defeitos de qualidade do produto e dos pontos críticos e variáveis envolvidas no processo, necessários para a tomada de ações conforme informações fornecidas pela ferramenta de qualidade CEP.

Nesse sentido, na integração entre produção e manutenção, a planta pesquisada fez uso da filosofia do TPM, responsabilizando os operadores dos equipamentos por atividades de manutenção rotineiras, de pequena e média complexidade. Para uma planta com processo de fluxo contínuo, como a o estudo de caso, e considerando-se ainda as elevadas velocidades dos seus equipamentos, esse tipo de atividade tornou seu processo produtivo mais integrado, reduzindo os problemas no fluxo produtivo devido a quebras e/ou pequenas paradas dos equipamentos, por intermédio do envolvimento dos operadores com limpezas em pontos críticos, *check list* de lubrificação, inspeções de ruídos anormais, reapertos em porcas e parafusos etc. Ou seja, a capacidade do operador intervir de forma ágil e eficiente é fundamental, traduzindo-se em ganhos de eficiência, melhoria na qualidade do produto e menor índice de estrago de matéria-prima, sendo determinante para a *performance* dos seus equipamentos e, por consequência, da planta, considerando-se o alto valor dos investimentos nos equipamentos em capital fixo.

Alguns autores afirmam, ainda, que a nova organização produtiva demanda do trabalhador uma postura crítica, ou seja, exige-se não só o seu esforço físico, mas também o dispêndio de esforço mental. Isso ocorre porque é uma prática comum, nesse sistema, o trabalhador participar de discussões que objetivam a análise e a proposição de soluções para os problemas crônicos da produção que representam “gargalos” do processo. Para atingir esse objetivo, as unidades produtivas estão adotando métodos e técnicas de produção que flexibilizem o sistema produtivo, bem como módulos de produção, minifábricas e grupos de melhoria contínua, em que sobressai a existência de um trabalho mais criativo, e que, por este mesmo motivo, demanda um trabalhador polivalente (ARRUDA, 1997).

O estudo de caso também constatou que em todo o movimento para despertar no trabalhador o interesse pela busca da melhoria contínua, é essencial a disponibilização de todas as informações necessárias que influenciem diretamente o seu trabalho e os resultados atingidos, por intermédio de um sistema abrangente de informações, tornando cada trabalhador um conhecedor em potencial da situação de sua área de atuação e geral da planta. Isso o capacita a formular respostas rápidas para aqueles problemas mais simples ou fornecer o histórico e uma base organizada de dados, para a discussão e o diagnóstico, entre os membros

dos grupos de melhoria contínua, das possíveis causas e origens dos problemas mais complexos, e elaborar sugestões para eliminá-los.

É importante destacar a relevância do papel da educação básica dos trabalhadores, priorizada pela planta do estudo de caso, como alicerce necessário para todas as demais mudanças adotadas, assumindo ela própria a responsabilidade no processo de qualificação dos trabalhadores, valorizando a educação como aspecto crucial no desenvolvimento pessoal e profissional do trabalhador.

Observa-se que há um movimento de um número cada vez maior de empresas focalizadas no reconhecimento de que o trabalhador é o principal ativo da empresa, que precisa ser permanentemente educado e treinado para que cada vez mais possam aprofundar-se os ganhos de produtividade e a realizar a produção com nível de qualidade compatível com a plena satisfação do consumidor. E isto é alcançado com *“uma população educada, não só capaz de fazer uso das modernas tecnologias mas, principalmente, de contribuir para sua difusão, aprimoramento e adequação às circunstâncias e às necessidades locais.”* (COUTINHO, s. d.:44).

Finalmente, pode-se concluir que, talvez, a maior contribuição desse estudo de caso repousa na causalidade existente entre as inovações tecnológicas e as organizacionais quanto à duas dimensões: impulso e relevância. A mudança tecnológica pode ser apontada como fator gerador e responsável pelo grande impulso na alavancagem dos resultados de produtividade e custos da empresa pesquisada. Porém, ela por si só não seria suficiente para a empresa atingir os níveis de produtividade e custos alcançados, a partir da segunda metade da década de 1990. É justamente com a exploração das possibilidades disponibilizadas pela mudança tecnológica que as inovações organizacionais implementadas desempenham papel crucial no sentido de fornecer os modos de organização do trabalho e da produção para uma otimização da utilização das novas tecnologias, apresentando uma maior relevância que essas últimas, se considerado o efeito total da interação entre ambas. Portanto, as mudanças organizacionais aproveitando-se das características particulares das novas tecnologias, configuram-se em significativa apropriabilidade, com relevante efeito sobre a performance da empresa, constituindo-se em competências diferenciais cumulativas, em função da dificuldade de serem

transferidas ou imitadas pelos seus concorrentes. Em suma, num setor dominado pelo fornecedor sob o ponto de vista tecnológico, a apropriabilidade se baseou em grande medida nas inovações organizacionais.

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMO, L. (1988). A subjetividade do trabalho frente à automação. In: NEDER, R. (ed.). *Automação e movimento sindical no Brasil*. São Paulo: Hucitec.
- ABRAMO, P. (1996). *Sistemas de educação geral e de formação profissional comparados: o caso da Alemanha*. Rio de Janeiro: SENAI-DN/Ciet.
- ARANHA, A. V. S. (1998). Tecnologia e qualificação do trabalhador: a complexidade do desenvolvimento técnico e sócio-humano. *Trabalho & Educação*. Belo Horizonte: NETE/FAE/UFGM, no 2.
- ARRUDA, G. C. M. (1997). Qualificação profissional nos tempos presentes: decifra-me ou te devoro. In: CARLEIAL, L. & VALLE, R. (orgs.). *Reestruturação produtiva e mercado de trabalho no Brasil*. São Paulo: Hucitec-ABET. (5): 103-121.
- ANTUNES E. D. & PINHEIRO, I. A. (1997). Aspectos da qualificação e da gestão dos recursos humanos num ambiente em reestruturação. *Anais do XXI Encontro da ANPAD*. Rio das Pedras.
- BAPTISTA, M. A. C. (1997). *A abordagem neo-schumpeteriana: desdobramentos normativos e implicações para a política industrial*. Tese de Doutorado. Campinas: Unicamp.
- BRAVERMAN, H. (1981). *Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX*. Rio de Janeiro: Zahar.

CARLEIAL, L. M. F. (1997). Reestruturação industrial, relação entre firmas e mercado de trabalho. In: CARLEIAL, L. & VALLE, R. (org.). Reestruturação produtiva e mercado de trabalho no Brasil. São Paulo: Hucitec-ABET. (18): 439-479.

CARUSO, L. A. C. (1996). Trajetórias profissionais, empregabilidade e reconversão profissional. mimeo. Rio de Janeiro, CIET.

CARVALHO, R. Q., FLEURY, A. & FLEURY, M. T. L. (1996). O papel das empresas subsidiárias japonesas no processo de desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira. Revista de Administração. São Paulo, v. 31, no 3, p. 19-27.

CASTILLO, N. I. (1996). Automação e qualificação do trabalho: elementos para um enfoque dialético. Dissertação de Mestrado. Campinas: Instituto de Geociência, Universidade Estadual de Campinas.

CASTRO, N. A. (1993). Qualificações, qualidades e classificações. Educação & Sociedade. São Paulo: Papirus, no 45.

CASTRO, N. A. (1995). Modernização e trabalho no complexo automotivo brasileiro. In: CASTRO, N. A. (org.). A máquina e o equilibrista – inovações da indústria automobilística brasileira. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

COOMBS, R., SAVIOTTI, P. & WASH, V. (1987). Economics and technological change. New Jersey: Rowman & Littlefield Publishers. (6): 135-163.

CORIAT, B. (1988). Automação programável: novas formas e conceitos de organização da produção. In: SCHMITZ, H. & CARVALHO, R. Q. (orgs.). Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional. São Paulo: Editora Hucitec. (1): 13 – 61.

- CORIAT, B. (1983). Autônomos, robôs e a classe operária. Novos Estudos CEBRAP. São Paulo: Editora Brasileira de Ciências (EBC), v. 2, no 2.
- CORIAT, B. (1993). Ohno e a escola japonesa de gestão de produção: um ponto de vista de conjunto. In: HIRATA, H. (org.). Sobre o "modelo" japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- CORIAT, B. (1994). Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ.
- CRIVELLARI, H. M. & TEIXEIRA, F. L. C. (1989). Impactos da tecnologia de base microeletrônica na indústria de processo contínuo: um Estudo de Caso na Petroquímica. Rev. Adm. Públ., v. 24, n.º 1, p. 122-142.
- DEDECCA, C. S. (1997). Racionalização econômica, emprego e relações de trabalho no capitalismo avançado. Campinas: Tese de Livre-Docência.
- DOSI, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. Research Policy, 2(3).
- DOSI, G. (1984). Technical change and industrial transformation. London: Macmillan Press.
- DOSI, G. (1985). Technological diffusion: the theory and some methodological suggestions for the study of the brazilian case. Consultancy Report contracted by Project BRA/82/024 (ILO/UNPD and CNRH/IPEA), Brasília.

- DOSI, G. (1988a). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, Vol. XXVI, p. 1120 – 1171.
- DOSI, G. (1988b). The nature of the innovative process. DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. and SOETE, L. (eds.). *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers.
- DOSI, G. (1990). The nature of the innovative process. DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. and SOETE, L. (eds.). *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers.
- DOSI, G. & ORSENIGO, L. (1990). Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments. DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. and SOETE, L. (eds.). *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers.
- DOSI, G., PAVITT, K. & SOETE, L. (1990). *The economics of technical change and internacional trade*. Great Britain: Harvester Wheatsheaf.
- DRUCK, M. G. (1999). *Terceirização: (des)fordizando a fábrica*. São Paulo: Boitempo Editorial.
- FERRAZ, J. C. & CAMPOS, N. (1990). *O impactos de novas tecnologias sobre a qualificação da mão de obra no Brasil: elementos para a compreensão da questão*. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI.
- FERRO, J. (1989). *Aprendendo com o sistema de produção toyota: lições para o Brasil*. mimeo. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo.

- FLEURY, A. (1993). Novas tecnologias, capacitação tecnológica e processo de trabalho: comparações entre o modelo japonês e o brasileiro. In: HIRATA, H. (org.). Sobre o "modelo" japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- FLEURY, A. (1994). Qualidade, produtividade e competitividade: abordagem comparativa entre França e Brasil. *Revista de Administração*. São Paulo, v. 29, no 2, p. 20-31.
- FLEURY, M. T. L. (1993a). Cultura da qualidade e mudança organizacional. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 2, no 33.
- FLEURY, M. T. L. (1993b). Mudanças e persistências nos modelos de gestão de pessoal em setores de tecnologia de ponta – o caso brasileiro em contraponto ao japonês. In: HIRATA, H. (org.). Sobre o "modelo" japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- FLEURY, A. & HUMPHREY, J. (1993). Estratégias de recursos humanos em empresas que buscam qualidade e produtividade. In: BNDES. Desenvolvimento econômico, investimento, mercado de trabalho e distribuição de renda. Rio de Janeiro.
- FORD, H. (1926). *Minha vida e minha obra*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.
- FREEMAN, C. (1974). *The economics of industrial innovation*. Harmondsworth: Penguin.
- FREEMAN, C. (1984a). Prometheus unbound. *Futures*, Vol. 16, No 5, October, p. 494 – 507.
- FREEMAN, C. (1984b). Inovação e ciclos longos de desenvolvimento econômico. *Porto Alegre: Ensaio FEE*, 5 (1), p. 5 – 20.

- FREEMAN, C. (1987). Technology policy and economic performance: lessons from Japan. London: Pinter.
- FREEMAN, C. (1994). The economics of technical change. *Cambridge Journal of Economics* vol 18, n.º 5, p. 463 – 514.
- FREEMAN, C., CLARK, J. & SOETE, L. (1982). Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development. London: Frances Pinter.
- FREEMAN, C. & PEREZ, C. (1986). The diffusion of technical innovations and changes of techno-economic paradigm. Venice Conference.
- FREEMAN, C. & PEREZ, C. (1990). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G. and SOETE, L. (eds.). *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers.
- HIRATA, H. (1990). Transferência de tecnologias de gestão: o caso dos sistemas participativos. In: SOARES, R. M. S. M. (org.). *Gestão da empresa: automação e competitividade; novos padrões de organização e de relações do trabalho*. Brasília: IPEA/Iplan.
- HIRATA, H. (1993). Apresentação. In: HIRATA, H. (org.). *Sobre o “modelo” japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- HIRST, P. & ZEITLIN, J. (1990). Flexible specialization versus post-fordism theory, evidence and policy implications. Londres: Birbeck Public Policy Centre, Birbeck College, Universidade de Londres, mimeo.

- HUMPHREY, J. (1993). Adaptando o “modelo japonês” ao Brasil. In: HIRATA, H. (org.). Sobre o ‘modelo’ japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- HUMPHREY, J. (1994). A questão da mão-de-obra e os sistemas de produção no Terceiro Mundo. *Estudos Avançados*, 21: 119-145, mai.-ago. São Paulo: USP.
- HUNT, D. (1989). *Economic theories of development: an analysis of competing paradigms*. London: Harvest Wheatsheaf.
- KREIN, J. D. (1997). Reestruturação produtiva e sindicalismo. In: CARLEIAL, L. & VALLE, R. (orgs.). *Reestruturação produtiva e mercado de trabalho no Brasil*. São Paulo: Hucitec-ABET. (18): 439-479.
- KUHN, T. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva.
- LEITE, E. M. (1995). As relações tecnológica e qualificação do trabalho: efeitos e expectativas. In: CASTRO, N. A. (org.). *A máquina e o equilibrista – inovações da indústria automobilística brasileira*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- LEITE, E. M. (1997). Reestruturação industrial, cadeias produtivas e qualificação. In: CARLEIAL, L. & VALLE, R. (orgs.). *Reestruturação produtiva e mercado de trabalho no Brasil*. São Paulo: Hucitec-ABET. (7): 140-166.
- MALERBA, F. & ORSENIGO, L. (1995). Schumpeterian patterns of innovation. *Cambridge Journal of Economics*, vol 19, n.º 1, p. 47 – 65.

- MARX, R. (1992). Processo de trabalho e grupos semi-autônomos: a evolução da experiência sueca de Kalmar aos anos 90. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo. 32 (2), p. 36-43.
- MORAES NETO, B. R. (1991). Marx, Taylor, Ford: as forças produtivas em discussão. São Paulo: Brasiliense.
- MOWERY, D. & ROSENBERG, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, 8, p. 102-153.
- NAKASATO, K. (1986). 4º Curso de Facilitadores de TPM – XX Evento Internacional de TPM. São Paulo: Internacional Seminars on Advanced Technology.
- NELSON, R. (1998). The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. DOSI, G., TEECE, D. and CHYTRY, J. (eds.). *Technology, organization, and competitiveness*. New York: Oxford University Press.
- NELSON, R. & WINTER, S. (1977). In search of useful theory of innovation. *Research Policy*, 6.
- NELSON, R. & WINTER, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press.
- PAIVA, V. (1989). Produção e qualificação para o trabalho: uma revisão da bibliografia internacional. *Texto para Discussão*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia Industrial, no 214.
- PEREZ, C. (1985). Microeletronics, long waves and world structural changes: new perspectives for developing countries. *World Development*, 13 (3): 441-463.

- PAVITT, K. (1984). Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy (13). North Holland.
- PEREZ, C. (1985). Microeletrônica, long waves and world structural changes: new perspectives for developing countries. World Development, 13 (3): 441-463.
- PEREZ, C. (1989). Technology, crisis and opportunities for development. Series of three lectures sponsored by the CPCT. Central Bank, Brasília, August/1989.
- PIORE, M. & SABEL, C. (1984). The second industrial divide: possibilities for prosperity. Nova York: Basic Books.
- POSSAS, M. L. (1987). A dinâmica da economia capitalista – uma abordagem teórica. São Paulo: Brasiliense.
- POSSAS, M. L. (1989). Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. AMADEO, E. (org.). Ensaios sobre economia política moderna: teoria e história do pensamento econômico. São Paulo: Marco Zero.
- POSSAS, M. L., FAGUNDES, J. & PONDÉ, J. L. (1996). Política antitruste: um enfoque schumpeteriano. Estudos Econômicos da Construção.
- RAGO, M. L. & MOREIRA, E. F. P. (1987). O que é o taylorismo. São Paulo: Brasiliense.
- RESENDE, P. T. D. (1999). Inovações modernizantes e novos requisitos da formação profissional: um estudo de caso da indústria automobilística brasileira. Dissertação de Mestrado. Uberlândia : UFU.

- ROOBEEK, A. J. M. (1987). The crisis in fordism and the rise of a new technological paradigm. *Futures*, April: 129-154.
- ROSENBERG, N. (1976). *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ROSENBERG, N. (1982). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- RUAS, R. & ANTUNES, E. (1997). Estruturação, programas de qualidade e práticas de benefícios e incentivos: a questão do "comprometimento". In: CARLEIAL, L. & VALLE, R. (orgs.). *Reestruturação produtiva e mercado de trabalho no Brasil*. São Paulo: Hucitec-ABET. (8): 169-188.
- SALERMO, M. S. (1993). Modelo japonês, trabalho brasileiro. In: HIRATA, H. (org.). *Sobre o "modelo" japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- SALERMO, M. S. (1995). Flexibilidade e organização produtiva. In: CASTRO, N. A. (orgs.). *A máquina e o equilibrista – inovações da indústria automobilística brasileira*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- SALM, C. (1995). As relações entre o capitalismo e educação: prolegômenos. In: CASTRO, N. A. (org.). *A máquina e o equilibrista – inovações da indústria automobilística brasileira*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- SAYER, A. (1989). Post-fordism in question.. *Internacional Journal of Urban and Regional Research*, vol. 30, p. 666-695.

- SCHMITZ, H. (1988). Automação microeletrônica e trabalho: a experiência internacional. In: SCHMITZ, H & CARVALHO, R. Q. (orgs.). Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional. São Paulo: Editora Hucitec, (3): 131 – 174.
- SCHMOOKLER, J. (1966). Invention and economic growth. Cambridge: Harvard University Press.
- SCHONBERGER, R. J. (1982). Técnicas industriais japonesas. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.
- SCHUMPETER, J. (1939). Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. New York: Mcgraw-Hill.
- SCHUMPETER, J. (1984). Capitalismo, socialismo e democracia. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- SCHUMPETER, J. (1988). Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Nova Cultural.
- TAYLOR, F. W. (1953). Princípios de administração científica. São Paulo: Atlas.
- TAUILE, J. R. (1988). Automação microeletrônica e competitividade: tendências no cenário internacional. In: SCHMITZ, H. & CARVALHO, R. Q. (orgs.). Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional. São Paulo: Editora Hucitec, (2): 63-130.
- TAUILE, J. R. (1990). Reorganização industrial, bem-estar social e competitividade internacional: perspectivas brasileiras. In: SOARES, R. M. S. M. (org.). Gestão da empresa: automação e competitividade. Brasília: IPEA.

- TEIXEIRA, F. L. C. (1998). O paradoxo de Solow e o debate sobre tecnologia e produtividade no Brasil. mimeo. 22º Encontro Nacional da ANPAD, setembro/1998 (Área Administração de Ciência e tecnologia).
- TOLLIDAY, S. & ZEITLIN, J. (1986). Introduction: between fordism and flexibility. In: TOLLIDAY, S. & ZEITLIN, J. (orgs.). Between fordism and flexibility. Oxford: Basil Blackwell, p. 1-25.
- WATANABE, S. (1996). O modelo japonês: sua evolução e transferibilidade. Revista de Administração, v. 31, no 3, p. 5-18, julho/setembro. São Paulo.
- WOOD, S. J. (1991). O modelo japonês em debate: pós-fordismo ou japonização do fordismo? Revista Brasileira de Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Anpocs/Dumará, no 17.
- WOOD, S. J. (1993). Toyotismo e/ou japonização. In: HIRATA, H. (org.). Sobre o “modelo” japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- ZIBAS D. M. L. (1997). O reverso da medalha: os limites da administração industrial participativa. In: CARLEIAL, L. & VALLE, R. (orgs.). Reestruturação produtiva e mercado de trabalho no Brasil. São Paulo: Hucitec-ABET. (5): 103-121.
- ZARIFIAN, P. (1990). As novas abordagens da produtividade. In: SOARES, R. M. S. M. (org.). Gestão da empresa: automação e competitividade; novos padrões de organização e de relações do trabalho. Brasília: IPEA/Iplan.
- ZARIFIAN, P. (1993). Introdução. In: HIRATA, H. (org.). Sobre o “modelo” japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

APÊNDICE

O TPM

O “*Total Productive Maintenance*” (TPM) é uma filosofia desenvolvida originalmente no Japão, sendo implementado pela primeira vez em 1971, pela empresa Nippondenso (Grupo Toyota).

As atividades de pequenos grupos, uma característica peculiar do Japão, tais como atividades de Círculos de Controle de Qualidade (CCQ), atividades dos grupos Zero Defeito e atividades *Jishu Kanri* (controle autônomo) passaram a ser amplamente difundidas, consolidando-se a idéia de que “cada um executa e controla o seu trabalho” e levando essa mentalidade adiante, definiu-se que ‘cada um cuida do seu próprio equipamento’. Em outras palavras, surge a proposta da “manutenção autônoma”, uma das características do TPM. A “manutenção autônoma”, segundo o conceito do TPM, é o conjunto de atividades de manutenção (limpezas em pontos críticos, lubrificação, inspeções de ruídos anormais, reapertos em porcas e parafusos etc.), realizadas pelos operadores de forma rotineira nos equipamentos, impedindo o desenvolvimento das falhas e quebras. Os esforços dos operadores aliviam a carga de trabalho do pessoal da manutenção preventiva, que, por sua vez, pode concentrar-se em atividades de manutenção mais sofisticada.

Assim, de acordo com sua definição e filosofia, o TPM consiste em:

- 1) Ter como objetivo a constituição de uma estrutura empresarial que vise à máxima eficiência do sistema de produção (eficiência global);
- 2) Criar, no próprio local de trabalho, mecanismos para prevenir as diversas perdas, atingindo “zero acidente, zero defeito, e zero quebra/falha”, tendo como objetivo o ciclo total vida útil do sistema de produção;
- 3) Envolver todos os departamentos, começando pelo departamento de produção, estendendo-se aos setores de desenvolvimento, vendas, administração etc;

5) Atingir a perda zero por meio de atividades sobrepostas de pequenos grupos.

Em harmonia com a definição de TPM, cada uma das letras (T, P e M) possui o seguinte significado:

T = “*Total*”

- 1 “Total” no sentido de “eficiência global”, do item ① da definição.
- 2 “Total” no sentido de “ciclo total de vida útil do sistema de produção”, mencionado no item ② da definição.
- 3 “Total” no sentido de “todos os departamentos” e de “participação”, dos itens ③ e ④, respectivamente, da definição.

P = “*Productive*” (Produtiva)

“P” significa a busca do limite máximo da eficiência do sistema de produção, atingindo zero acidente, zero defeito e zero quebra/falha, ou seja, a eliminação de todos os tipos de perda. Em outras palavras, não significa simplesmente a busca da produtividade, mas alcançar a verdadeira eficiência pelo zero acidente e zero defeito.

M = “*Maintenance*” (Manutenção)

“M” significa manutenção no sentido amplo, considerando-se o ciclo total de vida útil do sistema de produção, e define a manutenção que tem o enfoque no sistema de produção de processo único, na fábrica e no sistema administrativo de produção.

Manutenção do sistema de administração da produção significa a preservação deste sistema em sua condição ideal, mediante a formação contínua de uma estrutura empresarial capaz de sobreviver aos novos tempos, por meio de uma busca constante do limite de eficiência, num esforço para se adequar às mudanças da conjuntura.

A implementação do TPM realiza-se por meio de atividades sobrepostas de pequenos grupos.

O Quadro I apresenta os objetivos do TPM.

O aumento da eficiência global do equipamento, em outras palavras, é o aumento da produtividade, ou seja, a geração de máximo de *output* (resultados) com o mínimo de *input* (custo), visando à otimização da relação custo x benefício.

Para alcançar a eficiência global do equipamento, o TPM visa à “eliminação das 6 grandes perdas”, que prejudicam a eficiência do equipamento.

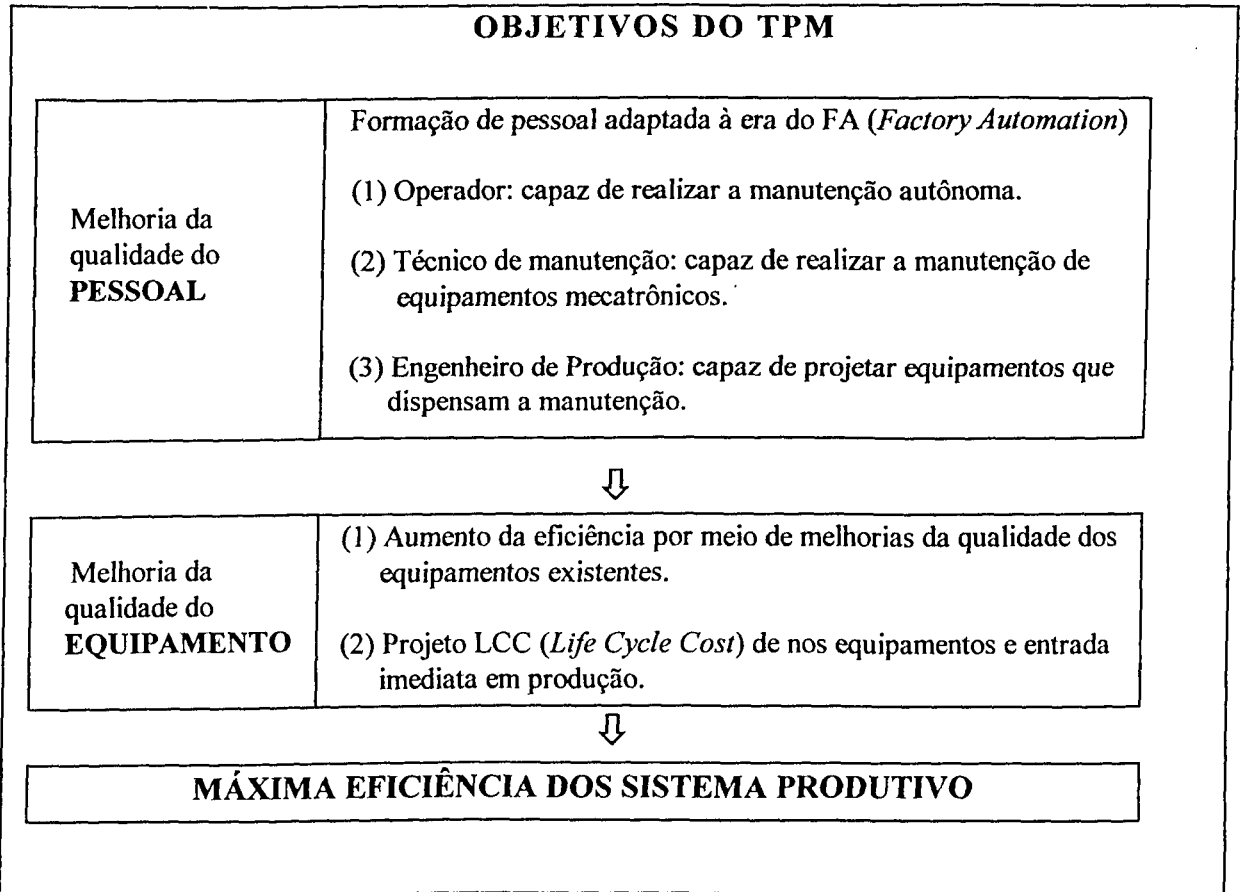
As 6 grandes perdas são:

- 1) Perda por parada devido à quebra/falha;
- 2) Perda por mudança de linha e regulagens;
- 3) Perda por operação em vazio e pequenas paradas;
- 4) Perda por queda de velocidade;
- 5) Perda por defeitos gerados no processo de produção;
- 6) Perda no início da operação e por queda de rendimento.

No TPM, para a eliminação efetiva das 6 grandes perdas do equipamento, implementam-se as oito atividades seguintes, designadas como “8 pilares do sustentação no desenvolvimento do TPM”:

- 1) Melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência;
- 2) Estruturação da manutenção autônoma do operador;
- 3) Estruturação da manutenção planejada do departamento de manutenção;
- 4) Treinamento para a melhoria das habilidades do operador e do técnico de manutenção;
- 5) Elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento;
- 6) Manutenção da qualidade dos processos e produtos;
- 7) Aumento da eficiência das áreas administrativas e indiretas;
- 8) Segurança, higiene e meio ambiente.

Quadro I – Objetivos do TPM



Fonte: Nakasato, Koichi. 4o Curso de Facilitadores TPM, Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), seção 1, 1996:7.