

AUGUSTINHO RIBEIRO DA SILVA

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA
DE TIMES INTEGRADOS DE MANUFATURA
EM UMA EMPRESA AUTOMOBILÍSTICA**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Administração de Empresas pelo Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas do Departamento de Economia, Ciências Contábeis e Administração da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: GESTÃO EMPRESARIAL

Orientador: Prof. Dr. Antonio Pascoal Del' Arco Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco Cristóvão Lourenço de Melo

Taubaté – SP

2003

Da Silva, Augustinho Ribeiro

Análise da Implantação do Sistema de Times Integrados de Manufatura em uma Empresa Automobilística/ Augustinho Ribeiro da Silva.—Taubaté: UNITAU, 2003.
125f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Pascoal Del' Arco Júnior.

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco Cristóvão Lourenço de Melo

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Ciências Contábeis e Administração, 2003.

1. Tecnologia de Grupo 2. JIT 3. Manufatura Celular 4. Qualidade – Dissertação. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Economia, Ciências Contábeis e Administração. II. Título.

AUGUSTINHO RIBEIRO DA SILVA

**ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE
TIMES INTEGRADOS DE MANUFATURA EM UMA
EMPRESA AUTOMOBILÍSTICA**

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Data: 26 de Abril de 2003

Resultado: **APROVADO**

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Antonio Pascoal Del' Arco Junior – Universidade de Taubaté - UNITAU

Assinatura: _____

Prof. Dr. José Glênio Medeiros de Barros – Universidade de Taubaté - UNITAU

Assinatura: _____

Prof. Dr. Ciro Alves Borges – Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ

Assinatura: _____

Dedico este trabalho
à minha mulher, Fátima, e aos nossos filhos, pelo apoio,
incentivo, companheirismo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir vivenciar momentos de engrandecimento pessoal;

Ao Prof. Dr. Antonio Pascoal Del' Arco Junior, pela orientação, dedicação e incentivo no desenvolvimento desta dissertação;

Ao Prof. Dr. Francisco Cristóvão Lourenço de Melo, que contribuiu na co-orientação e pelo apoio na elaboração do trabalho;

À Universidade de Taubaté - UNITAU - e aos professores do Programa de Pós-Graduação, por oferecer esta importante oportunidade de aperfeiçoamento;

Aos meus colegas e amigos, Norio Ishisaki, Mario Celso Felipe, Aurimar José Pinto, Benedita Hirene de França Heringer, Marta Maria Nogueira Assad, Miroslava Hamzagic, Eloísa de Moura Lopes M. Santos, Cristiane Belitardo, Vanderlei Massarioli, João Sinohara S. Sousa e Guilherme Flávio Ferreira que juntos tivemos a oportunidade de compartilhar os momentos difíceis com muita solidariedade e dedicação;

Agradeço à empresa, que permitiu o desenvolvimento do trabalho, e aos seus colaboradores;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação.

DA SILVA, Augustinho. Análise da Implantação do Sistema de Times Integrados de Manufatura em uma Empresa Automobilística. Taubaté, 2003. 125 p. Dissertação de (Mestrado em Administração de Empresas) – Departamento de Economia, Ciências Contábeis e Administração da Universidade de Taubaté.

RESUMO

As condições de um mercado altamente competitivo e globalizado exigem das empresas uma grande flexibilidade, tanto nos seus processos produtivos, quanto nos seus processos administrativos. Este fato tem levado as empresas a considerar a adoção de Sistemas Flexíveis de Manufatura (SFM). Neste trabalho, analisam-se as características do sistema de manufatura celular, seus objetivos, vantagens e limitações, com focalização na produção com células de manufatura, uma ferramenta originada da produção *Just-in-Time* (JIT), baseada na tecnologia de grupo e na utilização de estruturas de produção descentralizadas e orientadas para a fabricação de famílias de produtos de forma ágil, como os mercados hoje exigem. Observando a importância da focalização da produção com células de manufatura, este trabalho apresenta uma metodologia que utiliza a tecnologia de grupo, com times integrados de manufatura, para a introdução e gerenciamento dessa ferramenta nas empresas.

Além da apresentação do modelo, foi realizado um estudo de caso de uma empresa do ramo automobilístico, onde ocorreu a sua implementação. A partir da análise dos resultados obtidos foi possível ter-se uma idéia clara a respeito das vantagens proporcionadas pela focalização da produção com células de manufatura.

Palavras Chave: Tecnologia de Grupo, JIT, Manufatura Celular

DA SILVA, Augustinho. Integrated Manufacturing Team System Implantation Analyse in a Automobile Company. 2003. Page 125. Dissertation (Master Degree in Administration) – Department of Economy, Accounting and Business Management, University of Taubaté, Taubaté, São Paulo State, Brazil.

ABSTRACT

The conditions for a highly competitive and global market demand great company flexibility, both in its productive, as in its administrative processes. Many companies have been considering the adoption of Flexible Manufacturing Systems (FMS). In this study, we pretend analyse the integrated manufacturing team implantation and propose alternatives which incorporate several information technologies in order to minimize its limitations, where the production focalization with manufacturing cells is a Just-in-Time (JIT) tool, based in work group technology and decentralized production structures oriented for a speedy product family production, like demand these markets. Observing the production focalization with manufacturing cells importance, this work presents a methodology, that uses the group technology with integrated manufacturing teams to introduce this tool in companies. Moreover, this work presents a automobile company case study where this methodology was applied. The obtained results demonstrate the benefits proportionated by production focalization with manufacturing cells.

Key Words: Work Group Technology, JIT, Manufacturing Cells

SUMÁRIO

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Siglário.....	10
Lista de Figuras.....	11
Lista de Tabelas.....	12
1. Introdução.....	13
1.1 Objetivos do trabalho.....	14
1.2 Estrutura do trabalho.....	14
2. Revisão da Literatura.....	16
2.1 Evolução conceitual e tendências operacionais dos sistemas Avançados de produção.....	18
2.2 Configuração da unidade produtiva em função dos produtos e das tecnologias.....	24
2.2.1 Técnicas e princípios de gerenciamento da produção JIT.....	25
2.2.2 Controle de qualidade zero defeitos.....	27
2.2.3 Sistema <i>Kanban</i>	31
2.2.4 Manutenção produtiva total.....	32
2.3 Sistema de manufatura celular e produção focalizada.....	33
2.3.1 Focalização na fabricação repetitiva em lotes.....	38
2.4 Configuração organizacional da célula de produção.....	42
2.4.1 A tecnologia de grupo.....	44
2.4.2 As técnicas desenvolvidas para a definição dos grupos.....	44
2.4.3 O formato das células de manufatura.....	46
2.5. Comparação entre layout celular e layout funcional.....	47
2.5.1 Vantagens proporcionadas pelo layout celular.....	47
2.6 Benefícios decorrentes da manufatura celular.....	48
2.6.1 Tecnologia de grupo para formação da célula.....	50

2.6.2 Problemas para focalização da produção.....	51
2.6.3 O PCP e a focalização da produção.....	52
2.7 Focalização da produção em times integrados de manufatura.....	53
2.7.1 Formação dos times integrados de manufatura.....	53
2.8 Formação do grupo de trabalho.....	54
2.8.1 Escolha do grupo.....	55
2.8.2 Conscientização.....	55
2.8.3 Princípios do time.....	56
2.8.4 Definição dos objetivos.....	56
2.9 Análise do sistema de produção atual.....	58
2.9.1 Obtenção de dados.....	58
2.9.2 O Ambiente de produção.....	60
2.9.3 Cálculo das medidas de desempenho atuais.....	61
2.10 Projeto do layout.....	62
2.10.1 Aplicação da tecnologia de grupo.....	62
2.10.2 Restrições aos agrupamentos.....	64
2.10.3 O projeto de layout focalizado.....	64
2.11 Simulação da proposta de layout.....	65
2.11.1 Definição dos Parâmetros do modelo.....	65
2.11.2 Cálculo das medidas de Desempenho.....	66
2.12 Implantação do novo layout.....	67
2.12.1 Avaliação dos ganhos potenciais.....	67
2.12.2 Definição da área piloto/implantação.....	67
2.12.3 Expansão da implantação.....	69
2.13 Gerenciamento do sistema.....	69
2.13.1 Acompanhamento das medidas de desempenho.....	70
2.13.2 Ambiente gerencial.....	71
3. Metodologia.....	73
3.1 Implantação dos times integrados de manufatura.....	73
3.2 Formação dos times.....	73
3.3 Desenho organizacional.....	74

3.3.1	Conceito de time.....	74
3.4	Implantação dos times.....	76
3.4.1	Definição da quantidade de empregados.....	76
3.4.2	Divisão da Fábrica de Chassi em células de manufatura.....	76
3.4.3	Formação dos times integrados de manufatura.....	78
3.4.4	Treinamento técnico-operacional e administrativo.....	79
3.4.5	Gerenciamento dos times.....	86
3.5	Composição Organizacional do time integrado de manufatura.....	89
3.6	Visão do T I M.....	89
3.7	Aplicação dos princípios na implantação do time.....	90
3.8	Pressuposto para assegurar o sucesso do time.....	90
3.9	Papéis e responsabilidade do time.....	91
3.10	Resolução dos Problemas do time.....	92
3.11	Objetivos do time.....	93
3.12	Desenvolvimento de talentos.....	95
3.13	Reuniões do time.....	96
3.14	Rodízio dos Membros do time.....	96
3.14.1	Finalidade do rodízio.....	97
4.	Resultados e Discussão.....	98
4.1	Limitação e desenvolvimento da análise.....	100
4.2	Análise dos resultados.....	104
4.3	Análise comparativa – 1999 / 2001.....	106
4.4	Considerações finais.....	109
5.	Conclusões e Sugestões.....	111
5.1	Conclusões.....	111
5.2	Sugestões.....	112
	Referências Bibliográficas.....	114
	Anexos.....	117
	Anexo 1 - Aplicação de zero defeito (<i>Poka Yoke</i>).....	118
	Anexo 2 - Planilha de objetivos do time.....	121
	Anexo 3 - Organização da Fábrica de transmissão.....	123
	Anexo 4 - Organização da Fábrica de Motores.....	124

Anexo 5 - Organização da Fundação.....	125
--	-----

SIGLÁRIO

- BTS – *Built to Scheduled* (construir com o programado)
- CAD - *Computer Aided Design* (projeto auxiliado por computador)
- CAPP - *Computer Aided Process Planning* (planejamento de processos auxiliado por computador).
- CIM - *Computer Integrated Manufacturing* (manufatura integrada por computador).
- CQZD - Controle de Qualidade Zero Defeitos - *Poka Yoke*
- DTD – *Dock to Dock* (doca a doca)
- ERP - *Enterprise Resource Planning* (planejamento de recursos da organização)
- FMS - *Flexible Manufacturing System* (sistema flexível de manufatura).
- FPS - *Ford Production System* (sistema de produção ford)
- FTPM - *Ford Total Productive Maintenance* (manutenção produtiva total ford)
- FTTC - *First To Trought Capacity* (Capacidade de Fazer Certo da Primeira Vez)
- GMF - Grupo Multifuncional
- GT - *Group Technology* (tecnologia de grupo).
- GV - Gerenciamento Visual
- IM - *Industrial Material* (materiais industriais)
- JIT - *Just-In-Time* (no tempo certo).
- MRP - *Materials Requirement Planning* (planejamento de requisitos de materiais).
- OEE - Overall Efectiviness Equipments (Efetividade global dos Equipamentos)
- PCP - *Planejamento e Controle da Produção*.
- PDCA - Planejar-Fazer-Verificar-Agir
- QS - Quality System (sistema de qualidade)
- T I M - Time Integrado de Manufatura
- TPM - *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)
- TQC - *Total Quality Control* (controle total da qualidade).
- WG - *Work Group* (grupo de trabalho)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do trabalho.....	14
Figura 2 - As Ferramentas da filosofia JIT	22
Figura 3 - Produção focalizada.....	23
Figura 4 - Melhoria contínua e PDCA.....	26
Figura 5 - Comparação entre sistemas de puxar e de empurrar.....	31
Figura 6 - Manufatura celular.....	34
Figura 7 - Demonstração do fluxo de produção em uma empresa com layout convencional (a) e com layout celular (b).....	39
Figura 8 - Exemplo de matriz de incidência (a) Matriz parte/máquina (b) Agrupamento ótimo.....	45
Figura 9 - Fluxograma da metodologia proposta.....	54
Figura 10 - Ciclo do PDCA e os 7 Passos.....	72
Figura 11 - Organização da Ford Taubaté.....	75
Figura 12 - Organização da Fábrica de Chassi.....	77
Figura 13 - Planilha de Dados p/análise.....	80
Figura 14 - Diário de bordo OEE / FTTC.....	82
Figura 15 - Exercício FTTC / Treinamento.....	84
Figura 16 - Planilha de avaliação C / 1000.....	86
Figura 17 - Fluxograma de gerenciamento dos TIM.....	88
Figura 18 - Planilha de objetivos do TIM.....	94
Figura 19 – Planilha de indicador FTTC – análise.....	99
Figura 20 - Histórico das perdas.....	101
Figura 21 - Plano de ação – Fábrica Chassi.....	103
Figura 22 - Planilha de objetivos / resultados 1999.....	104
Figura 23 - Planilha de objetivos / resultados 2001.....	105
Figura 24 - Resultados dos objetivos – 1999 / 2001.....	107
Figura 25 - Resultados dos objetivos FTTC time 4 - Ano 1999 / 2001.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Benefícios obtidos após dois meses de operação com layout celular na Steward Inc.....	48
Tabela 2 - Razões para o estabelecimento da focalização da produção.....	57
Tabela 3 - Comparação entre as características de alguns métodos de Agrupamento.....	63

1. INTRODUÇÃO

As indústrias estão sob intensa pressão devido à crescente competitividade do mercado global, à diversificação das necessidades e as exigências dos clientes. São desafios que obrigam as empresas a buscarem eficiência e produtividade. Os sistemas de produção devem ser capazes de produzir com baixo custo e alta qualidade, bem como ter velocidade no processo, com objetivo de atender o cliente na hora certa. Estes são os objetivos dos novos sistemas de administração da produção.

Com o surgimento de novos métodos e filosofia de trabalho, as empresas estão procurando adequar o seu sistema de produção para enfrentar a nova realidade no mercado global, introduzindo mudanças e melhorias no seu processo produtivo, com otimização dos recursos produtivos.

As inovações tecnológicas e as novas formas de gestão e organização da produção requerem maior envolvimento do trabalhador, que deve ser flexível no sentido de ser capaz de executar funções diferenciadas no chão-de-fábrica, bem como possuir visão mais sistêmica do processo produtivo.

Neste contexto, questões relacionadas com a chamada modernização dos sistemas produtivos, caracterizada pela implantação dos novos conceitos de produção como o *Just-in-Time*, a manufatura celular e flexível, a tecnologia de grupo, a produção focalizada e acompanhada por computador, bem como todos os métodos avançados de produção decorrentes desses novos conceitos, são de interesse das empresas que procuram promover melhoria e flexibilidade em seu sistema produtivo e na sua estrutura organizacional.

1.1 Objetivos do Trabalho

Avaliar os resultados obtidos, utilizando indicadores, implementados para o gerenciamento, com a implantação de Times Integrados de Manufatura no setor de usinagem da área de componentes automotivos, identificando as vantagens da implantação de um sistema de produção focalizada em células de manufaturas em relação ao sistema convencional e às ferramentas utilizadas para o autogerenciamento.

1.2 Estrutura do Trabalho

Além deste primeiro capítulo, este trabalho está estruturado em 5 capítulos, conforme apresentado na Figura 1.

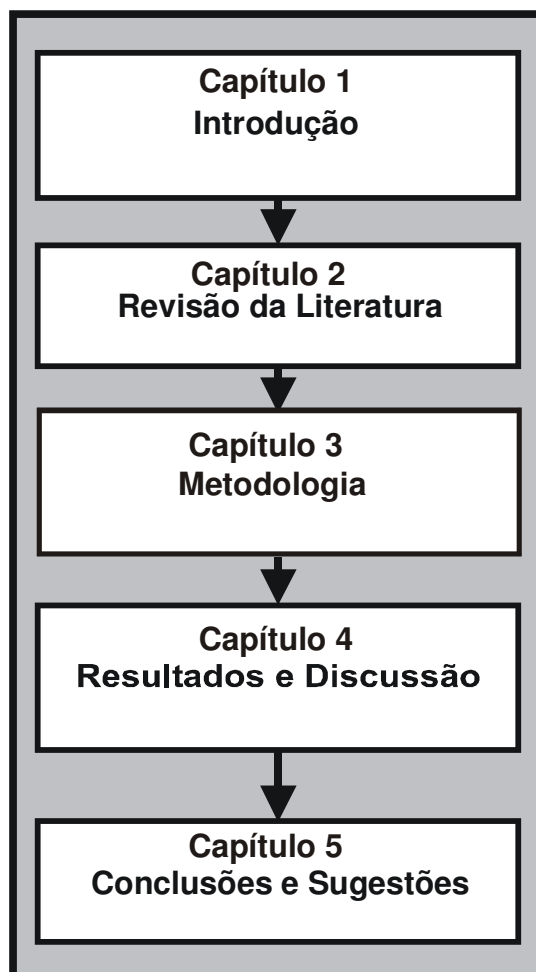


Figura 1-Estrutura do Trabalho

No Capítulo 2 serão apresentados os conceitos básicos das principais ferramentas do sistema de produção JIT e a sua relação com a produção focalizada. Além disso, serão descritas as principais técnicas desenvolvidas para aplicação da tecnologia de grupo em empresas que desejam implantar células de manufatura.

A partir dos conceitos teóricos definidos no Capítulo 2, será apresentado, no Capítulo 3, um modelo conceitual, esquematizado passo a passo, para se fazer a Focalização da Produção com Células de Manufatura em uma empresa que trabalhe com processos repetitivos em lote. O modelo segue o sistema tradicional para a formação de layout, até o momento que propõe a utilização da tecnologia de grupo, na formação das células de manufatura. Verificar também, a possível simulação computacional, para o ajuste dos parâmetros do novo sistema de produção.

Definido o modelo, apresentaremos, no Capítulo 4 um estudo de caso em uma empresa automobilística que opera em células com times integrados de manufatura. O trabalho de levantamento dos dados encontra-se em andamento. Finalmente, no Capítulo 5, serão apresentadas as conclusões.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Atualmente com a constante transformação das leis que regem o mercado, impulsionado principalmente pela influência da globalização e da competitividade, as empresas buscam o aprimoramento contínuo de seus recursos. Em meio a tantos novos conceitos, métodos e técnicas, é fundamental que as empresas se posicionem agilmente frente às rápidas mudanças, para garantir a sua sobrevivência.

Devido à economia globalizada, a competição entre as empresas tem crescido numa velocidade acelerada, em função da evolução das tecnologias de produção, as quais têm permitido às empresas um patamar de oferta cada vez maior de bens e serviços, que devem ser comercializados em mercados com crescimento restrito.

Em função desse aumento de competição, as companhias têm buscado melhorar os seus sistemas de produção e de relações com o mercado, para tentarem se colocar à frente dos concorrentes na disputa por estes mercados de crescimento lento ou nulo. Nessa disputa, os japoneses, pioneiramente na Toyota Motor Co., conseguiram desenvolver um sistema de produção que permite melhores condições de competitividade, em comparação com o sistema clássico ou Fordista/Taylorista de produção.

Percebe-se que as inovações tecnológicas e as novas formas de gestão e organização da produção requerem maior envolvimento do trabalhador, que deve ser “flexível” no sentido de ser capaz de executar funções diferenciadas no chão-de-fábrica, bem como possuir uma visão mais sistêmica do processo produtivo. Exige-se que o trabalhador, antes especializado em um único segmento do processo de

produção, esteja capacitado para realizar diferentes tarefas e ser capaz de solucionar de forma criativa os problemas que possam surgir na produção.

Diante deste cenário, a Ford Motor Co. reestruturou sua organização produtiva em células de manufaturas, com um modelo organizacional fundamentado na tecnologia de grupos, denominado Times Integrados de Manufatura (TIM). Teve por objetivo a melhor flexibilidade no processo produtivo, envolvendo os membros do Time, e cada Time desenvolve um conjunto de tarefas, gozando de autonomia quanto aos métodos de trabalho para a realização da produção, manutenção, distribuição interna de atividades e alocação dos recursos existentes, para melhorar a comunicação, qualidade dos produtos, aumento da produtividade e a redução de custos. Com a eliminação de desperdícios, buscou a melhoria contínua, mantendo um clima favorável entre os integrantes do Time, utilizando os princípios do *Just-in-Time* e ferramentas administrativas que suportam esta filosofia.

O TIM foi idealizado de acordo com o processo produtivo, considerando cada linha como uma área, ou melhor, um centro de negócios. Dessa forma, os Membros dos Times conseguem visualizar claramente o início, recebimento da matéria-prima do fornecedor (interno e/ou externo) e o fim, quando da entrega do produto manufaturado para o seu cliente (interno e/ou externo)

A filosofia de trabalho denominada *Just-in-Time (JIT)* surgiu no Japão, pioneiramente na *Toyota Motors Company*, com o principal objetivo de eliminar as perdas na produção. Difundido no mundo ocidental, o *Just-in-Time (JIT)* oferece às empresas vantagens competitivas que podem ser aferidas em seis grandes grupos de indicadores propostos: "utilização de recursos (com destaque para os custos), qualidade, tempo (principalmente nos aspectos de velocidade e confiabilidade de entrega), flexibilidade, produtividade e capacidade de inovação (principalmente em termos de estrutura organizacional, tecnologia de produtos, tecnologia de processos e sistemas gerenciais)", com eliminação dos desperdícios. Segundo Taiichi Ohno (1996, p. 45-47), o objetivo definido pela Toyota é a busca da total eliminação dos desperdícios, os quais foram classificados como: superprodução, tempo disponível, transportes, processo, estoques, movimento, produtos defeituosos.

Segundo Tubino (1999, p. 67), os principais fatores que estão vinculados à sustentação dessa filosofia são:

- Satisfazer as necessidades do cliente
- Eliminar desperdícios

- Melhorar continuamente
- Envolver totalmente as pessoas
- Promover a organização e a visibilidade

Uma das importantes ferramentas propostas pelo sistema de produção JIT para auxiliar na redução desses desperdícios, a qual é o tema principal deste trabalho, é a produção focalizada, baseada no layout celular, em contraponto ao layout funcional utilizado nos sistemas de manufatura clássica. Em um layout funcional as máquinas similares são agrupadas em uma mesma área. Quando uma peça é concluída em um estágio, ela é transferida, percorrendo uma distância relativamente longa para realizar a próxima etapa do processo. Como, em função do custo, as peças são transferidas em lotes, os tempos de espera envolvidos no processo se tornam muito alto. Black (1991, p. 1-14) estima que num sistema com layout funcional as peças ficam somente 5% do seu tempo total na fábrica, em processamento. Na produção focalizada com layout celular, as máquinas são agrupadas em ordem de processo numa área chamada célula. Na célula, o fluxo das peças é unitário e contínuo, o que elimina os tempos de espera, aumentando-se a performance do sistema.

Para se ter uma idéia quantitativa da supremacia da produção focalizada sobre a manufatura convencional, pode-se analisar os resultados obtidos pela empresa americana Steward, inc., com a sua implantação. Os dados são os seguintes: redução de 80% nos estoques em processo e de 60% nos estoques de produtos acabados; diminuição de 86% no *lead time* de produção e de 96% nos atrasos das ordens; melhoria na qualidade dos produtos com redução de 8% nos refugos; aumento da produtividade da mão-de-obra com menos 27% dos operários; e, redução de 56% na área de manufatura.

No contexto atual, de busca pela competitividade industrial e das vantagens advindas da implantação da produção focalizada com células de manufatura, como tendência nas empresas brasileiras, é que se propõe este trabalho.

2.1 Evolução Conceitual e Tendências Operacionais dos Sistemas Avançados de Produção

As tecnologias avançadas de produção, bem como os novos padrões de gerenciamento da atividade industrial, assumem uma importância gigantesca no atual

contexto da economia mundial. Muito comumente, uma intensa competição tem forçado as organizações industriais à busca de novos métodos de produção, ou à sistematização de uma filosofia de manufatura em que os sistemas operacionais se ajustem à nova configuração dos mercados. Nesse contexto de competição acirrada, três palavras-chaves se impõem: qualidade, custos e flexibilidade.

Para responder a essas necessidades, as organizações aperfeiçoam seus modos de produção, incorporando tecnologias avançadas de processamento, assumindo filosofias de trabalho participativas e reconfigurando seus sistemas operacionais. Isto sumariza os esforços empreendidos por teóricos e pesquisadores nesse campo, apresentando evolução dos conceitos em sistemas de produção, assim como as novas tendências operacionais da manufatura.

Segundo Gaither (2001, p. 405-406), muitas empresas estão entusiasmadas com a manufatura *Just-in-Time*, uma filosofia de manufatura que se baseia na eliminação planejada de todo os desperdícios e na melhoria contínua da produtividade, envolvendo a execução bem-sucedida de todas as atividades de manufatura necessárias para produzir um produto final, da engenharia de projetos à entrega, e a inclusão de todos os estados de transformação da matéria-prima em diante. Os elementos principais do *Just-in-Time* são: manutenção somente dos estoques necessários; melhoria da qualidade até atingir um nível zero de defeitos; redução de *lead times*, ao reduzir tempos de preparação, tamanho de lotes; revisão, com melhoria das operações, com redução dos custos.

O modelo japonês de produção *Just-in-Time* (JIT) é baseado no sistema de produção desenvolvido na Toyota Motor Ltda., consolidado após a segunda guerra mundial. É formado por uma série de técnicas de engenharia industrial e conceitos ou princípios de gerenciamento. A revisão bibliográfica do JIT tem por finalidade posicionar a produção focalizada com células de manufatura, assunto principal deste trabalho, dentro do modelo japonês ou produção *Just-in-Time* (JIT). Isto será feito em função de que os maiores ganhos proporcionados pela utilização da focalização da produção somente são alcançados com a aplicação completa deste modelo de produção JIT.

A produção *Just-in-Time* nasceu da busca, pela Toyota Motor Ltda., de total eliminação dos desperdícios nos seus processos, a fim de garantir a sobrevivência da empresa. Segundo o seu criador, Taiichi Ohno, *Just-in-Time* significa que, em um processo de fluxo, os componentes corretos devem chegar à linha de

montagem somente no momento certo e na quantidade certa (Ohno. 1997 p. 34). O Sistema de Produção da Toyota tem na eliminação do desperdício seu ponto básico.

A metodologia tem como passo preliminar a identificação do:

- Desperdício na superprodução;
- Desperdício no tempo de espera;
- Desperdício no transporte;
- Desperdício no processamento em si;
- Desperdício no estoque disponível e nos gastos de movimentação de estoque;
- Desperdício com a fabricação de produtos defeituosos.

A eliminação completa desses desperdícios pode melhorar a eficiência da operação por larga margem. A fim alcançar esses objetivos, a Toyota passou a fabricar somente as quantidades estritamente necessárias, economizando mão-de-obra. Os sindicatos norte-americanos temem que isso poderá acarretar perdas elevadas, mas o Sistema de Produção da Toyota mostra claramente para onde esse excesso de mão-de-obra pode ser direcionado, e de modo efetivo, o que auxilia a nivelar as suas necessidades, de modo que grandes contratações em épocas de demanda elevada ou dispensas em massa nos períodos de recessão tornam-se desnecessárias

Na verdade, segundo Crouhy e Greif (1994, p.227), o sistema de produção JIT possui sua base de definição no conceito de linha de montagem fordista. O exemplo da linha de montagem é um excelente elemento para se entender *o Just-in-Time*, pois a idéia central é justamente a de fazer circular o fluxo, como se a organização fosse uma cadeia, permitindo que o sistema logístico permaneça fisicamente flexível e polivalente. Assim, os autores assumem que o JIT busca conciliar as vantagens:

- [A] da produção em "grande série", quais sejam, a circulação rápida do fluxo, a simplicidade da gestão e a economia de espaço;
- [B] da produção em "pequena série", como a variedade das referências, flexibilidade da programação e enriquecimento do trabalho.

Nesse sentido, explicita-se que o objetivo do sistema é o de resolver o clássico dilema entre uma produtividade ótima e um bom nível de flexibilidade, daí porque é bastante comum, na literatura, definir-se o JIT como uma filosofia.

Segundo Tubino (1999, p. 67-85), os principais fatores vinculados à sustentação dessa filosofia são:

a) Satisfazer as necessidades do cliente;

Existem várias maneiras de melhorar o relacionamento com os clientes, dentre as quais: reduzir os custos internos dos clientes, produzir pequenos lotes com qualidade, ser flexível, reduzir os estoques do cliente, projetar em conjunto com o cliente.

b) Eliminar desperdícios;

Significa analisar todas as atividades realizadas e eliminar aquelas que não agregam valor ao produto. Podem ser: desperdício de superprodução, desperdício de espera, desperdício de movimentação e transporte, desperdício da função processamento, desperdício de estoques, desperdícios de movimentos, desperdício de produtos defeituosos.

c) Melhorar continuamente;

O princípio da melhoria contínua, ou *Kaizen*, significa que nenhum dia deve se passar sem que a empresa melhore sua posição competitiva. Todos, dentro da empresa, são responsáveis e devem trabalhar neste sentido. Um erro deve ser visto como uma oportunidade de melhoramento. As metas da filosofia JIT são: zero de defeitos, zero de estoques, zero de movimentações, zero de lead time, zero de tempos de *setups*, lotes unitários, etc.

d) Envolver totalmente as pessoas;

Praticamente, todos os aspectos da filosofia *Just-in-Time* requerem o envolvimento total das pessoas. O treinamento deve ser contínuo. As pessoas, e não a tecnologia, são prioridade na empresa.

e) Organização e visibilidade;

A organização e a visibilidade são requisitos fundamentais da filosofia *Just-in-Time*. É o início da luta contra o desperdício e a base para a motivação das pessoas. A organização passa pela reformulação do *lay-out* até a postura dos funcionários, no que tange a padrões de higiene e segurança. A organização leva aos benefícios da visibilidade dos problemas, de forma que qualquer situação anormal seja óbvia.

O objetivo econômico principal obtido com a aplicação completa do fluxo de produção *Just-in-Time* em uma empresa é a eliminação dos inventários, de forma que se chegue ao estoque zero. Além disso, a eliminação dos estoques permite, por meio do gerenciamento visual da fábrica, uma rápida percepção e busca de solução para os problemas que ocorrem no chão-de-fábrica.

Com relação ao atendimento do mercado consumidor de uma empresa, o *just-in-time*, em virtude das técnicas de engenharia de produção que utiliza, permite que se produza uma pequena quantidade de muitas variedades de produtos. Isto é sinônimo de flexibilidade e, atualmente, é um fator fundamental para se aumentar a competitividade de uma empresa. Conforme demonstra a Figura 2, o processo de produção, procura utilizar e desenvolver novas técnicas administrativas, visando a produção enxuta, onde entendemos a produção enxuta como sendo os fatores que contribuem para uma produção mais rápida, enxuta e transparente. Dentro desse escopo, podemos colocar técnicas como produção em pequenos lotes, manutenção produtiva total (indispensável para o bom e contínuo funcionamento dos equipamentos), máquinas mais flexíveis ao invés das famosas "linhas transfer", rígidas e grandes, e ainda a redução drástica do estoque em processo, visando uma diminuição dos Lead-times

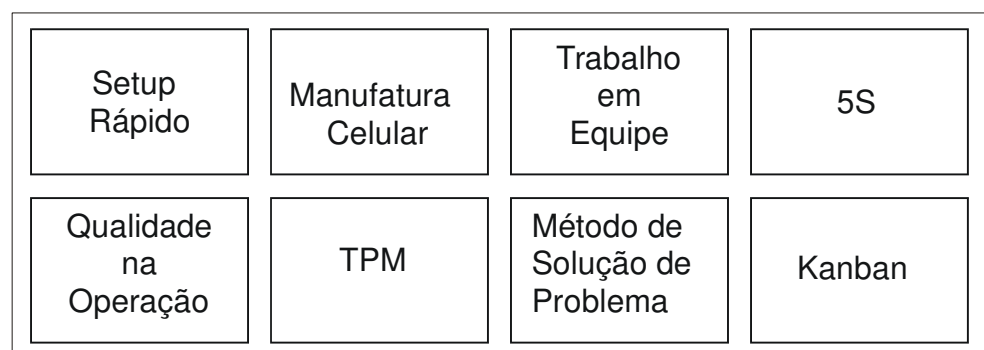


Figura 2 - As Ferramentas da filosofia JIT. (Manual do TIM – Ford Taubaté)

Segundo Gaither (2001 p. 105-108), a empresa com flexibilidade de produção é capaz de responder rapidamente às necessidades dos clientes. Os processos de produção devem ser projetados com capacidades que estejam próximas dos níveis de demanda de pico, visando também ao nível de automação que deve integrar o sistema de produção. As metas, relacionadas à melhoria da qualidade e da flexibilidade, motivam os investimentos em projetos de automação, já que máquinas automatizadas podem produzir produtos com uniformidade.

No planejamento dos processos deve ser decidido o tipo de organização dos sistemas de produção e, no contexto atual, o processamento da produção é focalizado no produto e no processo. A tecnologia de grupo ou manufatura celular, em uma organização com produção focalizada no produto, utilizam em geral todas as operações necessárias para produzir um produto. São agrupadas em um departamento, e, às vezes, são chamadas de linha de produção ou produção contínua. Nesse tipo de sistema, a produção contínua tende a seguir caminhos lineares diretos, sem desvios ou recuos, avançando ao longo da produção sem sofrer interrupções. A Figura 3 ilustra a produção focalizada.

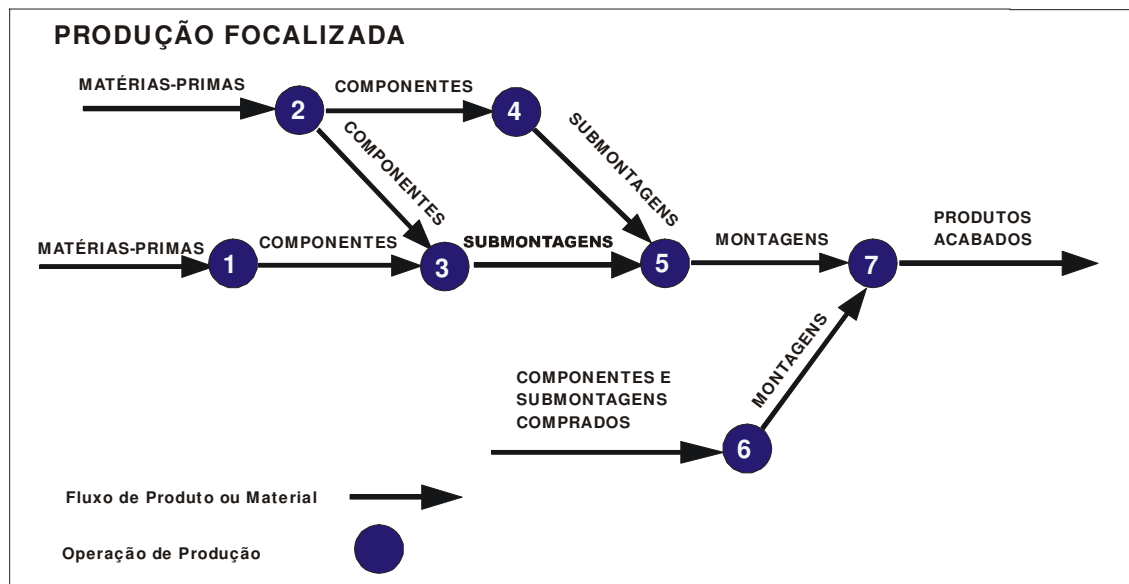


Figura 3 - Produção focalizada - Gaither (2001, p.107)

Na estrutura focalizada, um sistema é dito de "produção contínua" quando o processo operacional não exige interrupção do fluxo de produção. Nesse caso, o processo é definido para transformar um fluxo de matérias-primas e componentes,

utilizando uma rede de operações seqüenciais, em um produto acabado. É muito comum que não se trate de um produto único, pois normalmente os *outputs* são traduzidos em termos de produtos principais e subprodutos.

Os sistemas de "produção intermitente" são definidos por uma rede de operações com rupturas freqüentes do fluxo operacional, ou seja, as operações em rede apresentam variedade de funções, com diferentes tipos de procedimentos e transações. Os produtos se movem de departamento em departamento em lotes que comumente são determinados conforme os pedidos dos clientes.

Para caracterizar os sistemas de produção de acordo com a tipologia binomial contínuo-intermitente, Buffa (1986, p.126) apresenta uma classificação em duas categorias:

[A] Os sistemas contínuos, representados pelo sistema de distribuição e de distribuição/produção, e;

[B] os sistemas intermitentes, nos quais estão classificados os ateliês abertos (produção por encomenda) e os ateliês fechados (produção para estoque).

Assumindo a idéia de que várias ligações são suscetíveis de alcançar um mesmo nodo, ou ainda de que várias ligações podem partir de um mesmo nodo, Tarondeau (1982, p.47) propõe uma diferenciação dos processos de produção em função da natureza simultânea ou exclusiva dessas ligações. Assim, várias entradas simultâneas são necessárias para realizar uma montagem. Em um processo químico, por exemplo, diversas entradas simultâneas podem conduzir a diversas saídas simultâneas. São funções que as operações e os fluxos podem assumir, em um determinado processo produtivo.

2.2 Configuração da Unidade Produtiva em função dos Produtos e das Tecnologias de Produção

Fazendo referência às unidades produtivas de tecnologias complexas, Tarondeau (1982, p.55) sugere que as mutações tecnológicas podem conduzir as empresas a mudar de posição sobre a escala de complexidade das tecnologias. Essa escala conduz à inadequação das competências da mão-de-obra, bem como das características do equipamento de produção. A partir dessas análises, é possível diferenciar as estratégias de produção das empresas e avaliar a natureza das evoluções das unidades produtivas, em função das características dos produtos ou

das tecnologias, mostrando, por exemplo, que a noção de produto é determinante na configuração dessas unidades produtivas.

Em particular, essas análises indicam que o grau de padronização dos produtos determina a escolha entre produção de massa e ateliê. Assim, um forte grau de padronização dos produtos requer um bom nível de produtividade, bem como redução das capacidades de adaptação. Ao contrário, um baixo nível de padronização exige grande flexibilidade, implicando produtividade menor.

2.2.1 Técnicas e Princípios de Gerenciamento da Produção JIT

Segundo Monden (1984, p.164), a menos que todas as técnicas de engenharia industrial e princípios de gerenciamento necessários para o funcionamento da produção JIT sejam implantados de forma bem sucedida, os benefícios obtidos com o uso do modelo não serão completos.

Por meio de pesquisa realizada por Youssef (1994, p. 59-80), nos Estados Unidos, com 165 empresas que introduziram algumas técnicas da produção JIT, com relação a qualidade de produto, habilidade na manufatura, qualidade de engenharia e projeto, qualidade em vendas e qualidade global, foi possível constatar que as organizações que apresentaram melhor performance foram aquelas que utilizaram o maior número de técnicas propostas pelo sistema. A conversão das instalações para produção focalizada com células de manufatura foi considerada um dos fatores mais importantes nessa avaliação de performance, o que evidencia a importância de se compreender e empregar o sistema como um todo, com utilização de todas as técnicas que propõe a produção JIT.

A produção JIT é um conceito de extrema importância e tudo, segundo Shingo (2000, p. 186), deve ser produzido da forma mais barata possível. Isso só é obtido com a redução dos estoques, com a sincronização dos processos de produção e com a eliminação de erros. No entanto, é no processo de produção que as grandes perdas ocorrem. Com isso, visualizam-se a necessidade premente do uso dos *Poka-yokês*, dispositivos à prova de erros, no processo e na troca de ferramentas. Shingo (2000, p.197) cita a necessidade de redução dos tempos de trocas de ferramentas, aumentando dessa forma os riscos de se cometer erros e perdas no processo e conseqüente aumento dos custos.

Segundo Robbins (2001, p.260-267), as equipes de trabalho estão sendo introduzidas no mundo inteiro como forma de aumentar a produtividade, a qualidade e a satisfação do trabalhador. Os pequenos grupos, grupos autogeridos, ou grupos semi-autônomos apresentam-se então como parte integrante de um projeto empresarial em busca de competitividade e desempenho.

Diante da necessidade de redução de perdas, a partir dos anos 90 os grupos semi-autônomos têm sido crescentemente treinados e utilizados para sugerir um tipo de organização do trabalho que, por meio da autonomia crescente dos trabalhadores diretos, pode responder com eficiência e eficácia aos requisitos de flexibilidade e demais exigências do mercado.

Robbins (2001, p. 272-274) afirma, também, que as equipes possuem capacidade para rápida formação, deslocamento, mudanças de objetivos, constituindo um ingrediente fundamental nos programas de TQM, cuja essência é a melhoria contínua dos processos. Isso exige participação ativa dos membros da equipe na detecção e solução de problemas, e a busca pelo aprimoramento contínuo é uma corrida sem linha de chegada, o que requer uma abordagem circular, em lugar de uma linear, como demonstra a Figura 4, no ciclo Planejar-Fazer-Verificar-Agir (PDCA). Esse ciclo trata todos os processos organizacionais como se estivessem em um estado de constante aprimoramento.

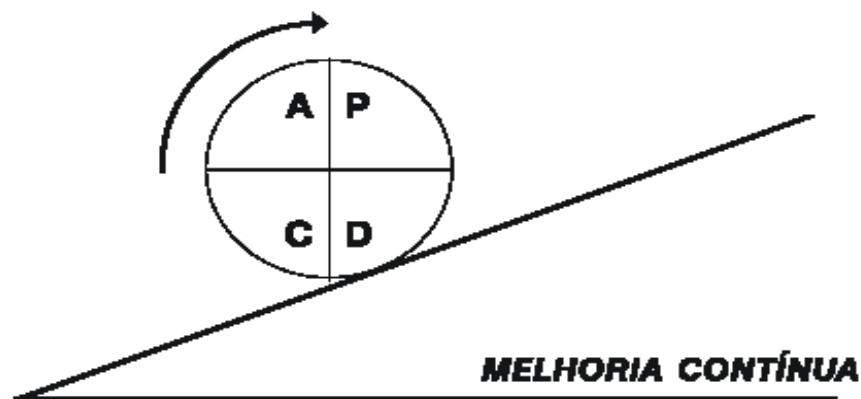


Figura 4 - Melhoria contínua e PDCA – Robbins (2001, p. 205)

Para Ohno (1997, p.149), o trabalho em grupo é uma peça fundamental para a redução dos desperdícios e para a realização da produção em fluxo. O autor sugere ainda que os esforços sejam orientados para produzir com o menor número possível de trabalhadores, objetivo que pode ser obtido com a utilização conjunta do trabalho cooperativo e em grupos, além do uso intensivo dos estudos de tempos e métodos para a racionalização do trabalho e aumento da produtividade da organização, direcionados para uma produção focalizada.

De acordo com Tubino (1999, p.39-60), a idéia da produção focalizada é fazer com que um produto ou uma família de produtos possa ser tratado como um negócio específico, com suas características produtivas e mercadológicas próprias, segundo uma estratégia competitiva adequada para cada produto.

As técnicas e princípios de gerenciamento apresentados no modelo e que possuem uma relação direta com a focalização da produção são as seguintes: CQZD - *Poka Yoke*, trabalho com operadores polivalentes, operações padronizadas, redução dos tempos de *setup*, *kanban* e TPM.

2.2.2 Controle de Qualidade Zero Defeitos

CQZD - *Poka Yoke* - o Controle de Qualidade Zero Defeitos é um programa racional e científico que busca a eliminação da ocorrência de defeitos por meio da identificação e controle das causas de anomalias. A identificação das causas de problemas é realizada com a utilização de ferramentas como o "5W1H" e o "5W's", dentre outras. Após a identificação das causas dos problemas, são utilizados dispositivos do tipo *Poka Yoke*, com a finalidade de detectar a ocorrência das anomalias no processo e forçar uma ação corretiva imediata. Dessa forma, busca-se evitar a propagação de defeitos nos processos, possibilitando que se alcance o objetivo de Zero Defeitos. Essas técnicas são fundamentais no suporte à automação. (Anexo 1)

Segundo Ghinato e Ohno (1997, p.249), os quatro pontos fundamentais para a sustentação do CQZD são:

1. Utilização de inspeção na fonte: essa inspeção, de caráter preventivo, é capaz de eliminar a ocorrência de defeitos, pois o controle é exercido na origem, e não sobre os resultados do processo;
2. Utilização de inspeção 100%, em vez de inspeção por amostragem;

3. Redução do intervalo de tempo entre a detecção de uma anomalia e a aplicação de uma ação corretiva;
4. Reconhecimento de que os operadores não são infalíveis: eliminação da possibilidade de falha dos operadores com utilização de dispositivos a prova de falhas (*Poka Yoke*), controlando os processos na origem.

Os dispositivos *Poka Yoke* são elementos capazes de detectar anomalias nos procedimentos de operadores ou máquinas. Dessa forma, são bloqueadas as possibilidades de ocorrência de erros na execução das operações. Destaca-se que os dispositivos *Poka Yoke* podem ser acoplados também às operações de transporte, inspeção e até estocagem. As características desses dispositivos são as seguintes:

- apresentam capacidade de utilização em regime de inspeção 100%;
- são simples e dispensam a atenção permanente do operador, o que permite a operação de diversas máquinas numa célula;
- possuem, geralmente, baixo custo de implantação.

Operadores Polivalentes: no sistema de produção focalizada com células de manufatura, os processos múltiplos são substituídos por operadores com múltiplas habilidades, capazes de operar diferentes tipos de máquinas. Monden (1984) apresenta o exemplo da fabricação de uma engrenagem, na Toyota, em que o operador se desloca ao longo de uma célula operando 16 tipos diferentes de máquinas, completando a fabricação da engrenagem.

Essa possibilidade de deslocamento do operário ao longo da célula permite que se tenha um bom grau de flexibilidade em relação a variações na demanda, pois, quando esta cresce, é possível aumentar a produção pelo acréscimo de operários; todavia, se a demanda diminui, o número de operários na célula pode ser reduzido.

Bischak (1996, p.723-733) realizou um estudo comparativo, utilizando simulação computacional, entre o sistema de produção com operários fixos e o sistema de produção com operários polivalentes se movimentando dentro das células de manufatura. As vantagens do sistema com operários polivalentes apresentadas pela autora são as seguintes.

- As células com operários polivalentes e móveis permitem grande flexibilidade nos níveis de produção, pois o número de operários pode ser facilmente reduzido ou aumentado conforme as variações de demanda;
- Os estoques em processo podem ser reduzidos significativamente (dados da indústria do vestuário coletados pela autora indicam a possibilidade de redução de até 60% nos estoques em processo, em comparação com a indústria convencional);
- Os efeitos provenientes do desbalanceamento de trabalho entre máquinas, em função de modificações nos produtos, são bem assimilados pelas células com operários móveis;
- Os custos laborais são reduzidos e a produtividade por empregado aumenta. (no caso da indústria de vestuário pesquisada, foi constatado um aumento de mais de 20% na produtividade por operário);
- A qualidade dos produtos apresenta melhoras significativas.

Do estudo realizado com o uso de simulação, a autora concluiu que a independência entre centros de trabalho gerado pelos estoques em processo na manufatura convencional é obtida na manufatura celular por meio dos trabalhadores móveis, em função de haver menos operários do que máquinas, o que permite que os trabalhadores se movam ao longo da célula. Além disso, afirma que, em um sistema com baixo coeficiente de variação nos tempos de processo, o acréscimo de estoques não recupera qualquer capacidade de produção e somente gera um aumento do *lead time*. Nesses sistemas com baixa variação, os operadores móveis são capazes de absorver boa parte da flutuação nos tempos de processamento.

Operações Padronizadas: a padronização das operações objetiva, segundo Monden (1984, p.207), a obtenção de alta produtividade, em função da determinação de uma seqüência padronizada de operações a serem executadas pelos operadores, descritas em documentos chamados, folhas de operação padrão.

O segundo objetivo buscado com a padronização das atividades é o balanceamento de linha entre os processos de produção, em função dos tempos de fabricação. Para tanto, é fundamental a determinação dos tempos de ciclo (tempo alocado para se fazer uma peça ou unidade) para as operações padronizadas. O tempo de ciclo é calculado de acordo com a equação 2.1, apresentada abaixo:

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo efetivo de operação diária}}{\text{Quantidade diária necessária de produção}} \quad (2.1)$$

O terceiro objetivo é a redução dos materiais em processo à quantidade mínima necessária, denominada "quantidade padrão de material em processo". Ao se alcançar esse objetivo, o nível de inventário tende a cair drasticamente.

Shingo (1996, p.194) define o cartão de produção como a combinação efetiva de materiais, trabalhadores e máquinas na busca da produção eficiente. Além disso, afirma que os cartões de operação padrão facilitam a tarefa de treinamento dos operários pelos supervisores.

Redução dos Tempos de Preparação *Setup*: as exigências feitas pelo mercado consumidor, de grande flexibilidade por parte das empresas em pontos como diversidade de produtos ou velocidade de atendimento de pedidos, os quais podem ser alterados de forma inesperada, são alguns dos fatores que justificam a busca incessante da redução dos tempos de preparação por parte das indústrias.

Essa redução permite que as empresas possam trabalhar com pequenos lotes de fabricação, oportunizando uma diminuição acentuada nos tempos de atravessamento *lead time* dos seus produtos, o que possibilita um melhor atendimento do mercado. Shingo (1996, p.197) apresenta uma metodologia para se obter a redução dos tempos de *setup*.

Segundo Monden (1984, p.232), as maiores vantagens obtidas com a troca rápida de ferramentas são: a minimização dos estoques, a produção orientada por ordem de serviço e a pronta adaptabilidade às alterações de demanda.

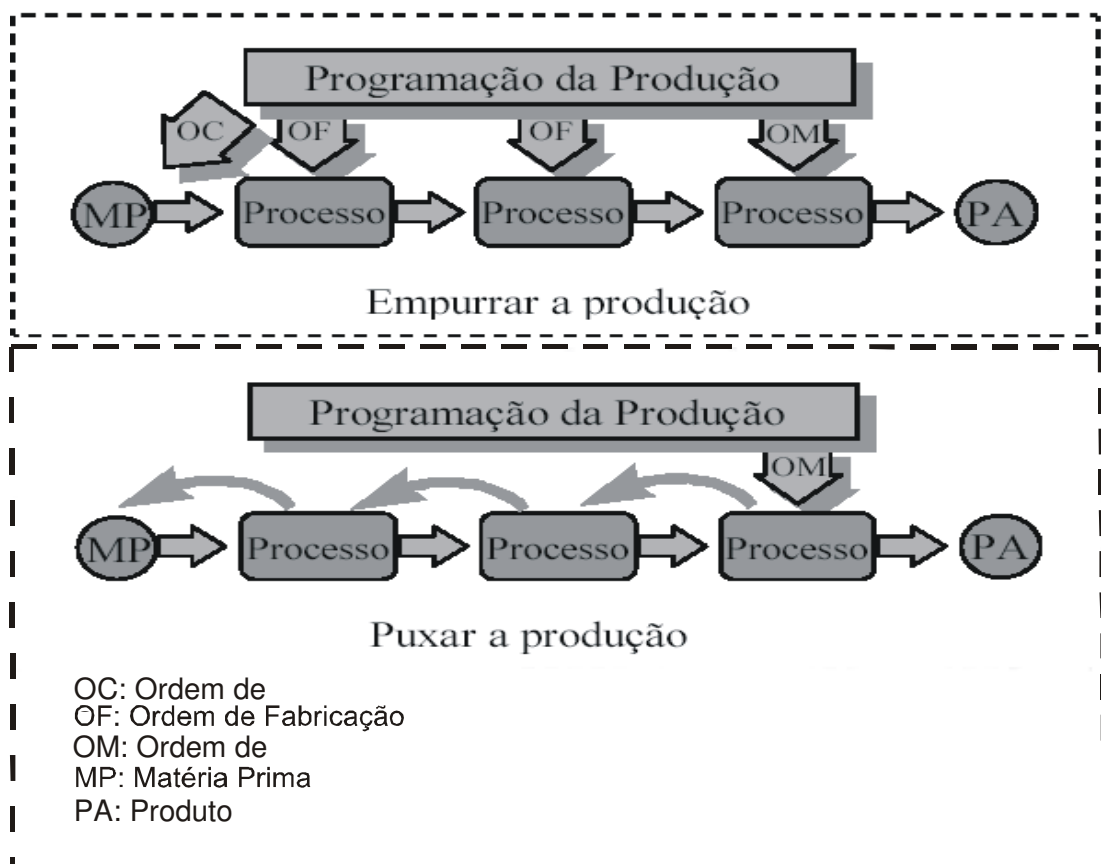
Nesse caso, a organização das máquinas em células de manufatura para a fabricação de famílias de peças com características de processo semelhantes favorece a redução do tempo e da frequência dos *setups*. Shingo (1996, p.202) afirma, inclusive, que, mesmo com lotes grandes de produção, a maior redução no tempo de ciclo se obtém quando cada item é transportado unitariamente entre os processos, o que reforça as vantagens da utilização das células na manufatura.

Black (1991, p. 1-14) demonstra, em seu livro, que, com a redução dos tempos de *setup*, o tamanho do lote economicamente viável para a produção é grandemente reduzido.

2.2.3 Sistema Kanban

Kanban: a inspiração inicial para o desenvolvimento do *kanban*, segundo seu criador Taiichi Ohno (1997, p.103), foi uma análise sobre o sistema de funcionamento dos supermercados americanos. Ohno destaca o seguinte: "Do supermercado pegamos a idéia de visualizar o processo inicial numa linha de produção como um tipo de loja. O processo final (cliente) vai até o processo inicial (supermercado) para adquirir as peças necessárias (gêneros) no momento certo e na quantidade necessária. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém retirada (abastecimento das prateleiras)".

Dentro das manufaturas este raciocínio significa a inversão do processo convencional de produção, e os componentes são empurrados dos processos iniciais para as linhas de montagem. Na produção, conforme a filosofia JIT, os processos de montagem, de forma análoga aos clientes nos supermercados, vão buscar (puxar) nos processos anteriores as peças necessárias para as suas atividades, nas quantidades necessárias e no momento certo. Conforme demonstra Figura 5



Fonte: Tubino (1999).

Figura 5 - Comparação entre sistemas de puxar e de empurrar .

A maneira mais freqüente de operacionalização dessa forma de produção é a utilização de cartões de papel presos a contenedores padronizados em envelopes de vinil. Segundo Ohno (1997, p.108) os cartões *kanban* levam três tipos diferentes de informações: (1) informação de coleta, (2) informação de transferência, e (3) informação de produção. Os cartões podem ser utilizados no controle da produção internamente ou com fornecedores externos. Por meio desse sistema extremamente simples, as funções de planejamento e controle da produção tornam-se muito mais elementares. Além disso, quando todos os pré-requisitos da produção JIT estão em funcionamento, o uso do *kanban* previne a superprodução por antecipação.

2.2.4 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Para que se possa obter sucesso durante a implantação da filosofia *Just-in-Time*, atendendo-se à premissa de que os componentes utilizados em uma empresa devem ser produzidos somente no tempo certo e na quantidade necessária, é preciso que se garanta a necessidade de que os equipamentos utilizados para esse fim estejam disponíveis no momento necessário da produção. Em função disso, foi desenvolvido o sistema de Manutenção Produtiva Total, o qual, a exemplo do TQC busca o envolvimento de todos os colaboradores de uma empresa.

O autor Nakajima (1989) destaca os cinco principais objetivos da TPM:

1. Garantir a eficiência global das instalações;
2. Implementar um programa de manutenção para otimizar o ciclo de vida dos equipamentos;
3. Requerer o apoio dos demais departamentos envolvidos no plano de elevação da capacidade instalada;
4. Solicitar dados e informações de todos os funcionários da empresa;
5. Incentivar o princípio de trabalho em equipe para consolidar ações de melhoria contínua.

Uma implementação bem sucedida do TPM pode proporcionar as seguintes melhorias na performance de uma planta:

- Produtividade: aumento de 50 a 200%;
- Qualidade: pode-se chegar a zero defeitos (princípio da filosofia JIT);

- Custos: redução de até 70% nos custos de trabalho; de até 50% nos custos de manutenção e de até 80% nos custos de energia;
- Estoques: redução de até 90% nos níveis de estoque; aumento de até 100% nos giros de estoque;
- Moral: aumento de até 500% nas sugestões.

2.3 Sistema de Manufatura Celular e Produção focalizada

Segundo as observações de Gaither (2001, p.109), o sistema de produção definido como Manufatura Celular (MC) é um subconjunto do conceito de tecnologia de grupo. Na tecnologia de grupo, é mais fácil determinar como encaminhar as peças ao longo da produção, em função da padronização e codificação das etapas, pois as peças com características similares podem ser agrupadas em famílias de peças, procurando-se utilizar um mesmo grupo de máquinas, conforme demonstra a Figura 6, um processo convencional ou departamental, frente a um processo de produção desenvolvido em células de manufaturas, implementado em um processo contínuo, conforme a filosofia do *Just-in-Time*, onde as máquinas são distribuídas conforme a necessidade do processo produtivo, procurando dentro do planejamento da formação e implementação da célula uma melhor seqüência do fluxo, determinando um processo lógico e contínuo, desde o momento da entrada da matéria prima até a saída do produto acabado, como pode ser observado na figura 6.

A implementação do sistema produtivo, organizado em células de manufaturas, procura focalizar o processo de produção, onde a programação das atividades operacionais, desenvolve-se dentro do conceito de tecnologia de grupo, o que demonstra que o planejamento de modernos processos produtivos é associado aos recursos de capitais e recursos humanos, para a introdução das técnicas de administração em modelo organizacional, conforme a filosofia do JIT/TQC.

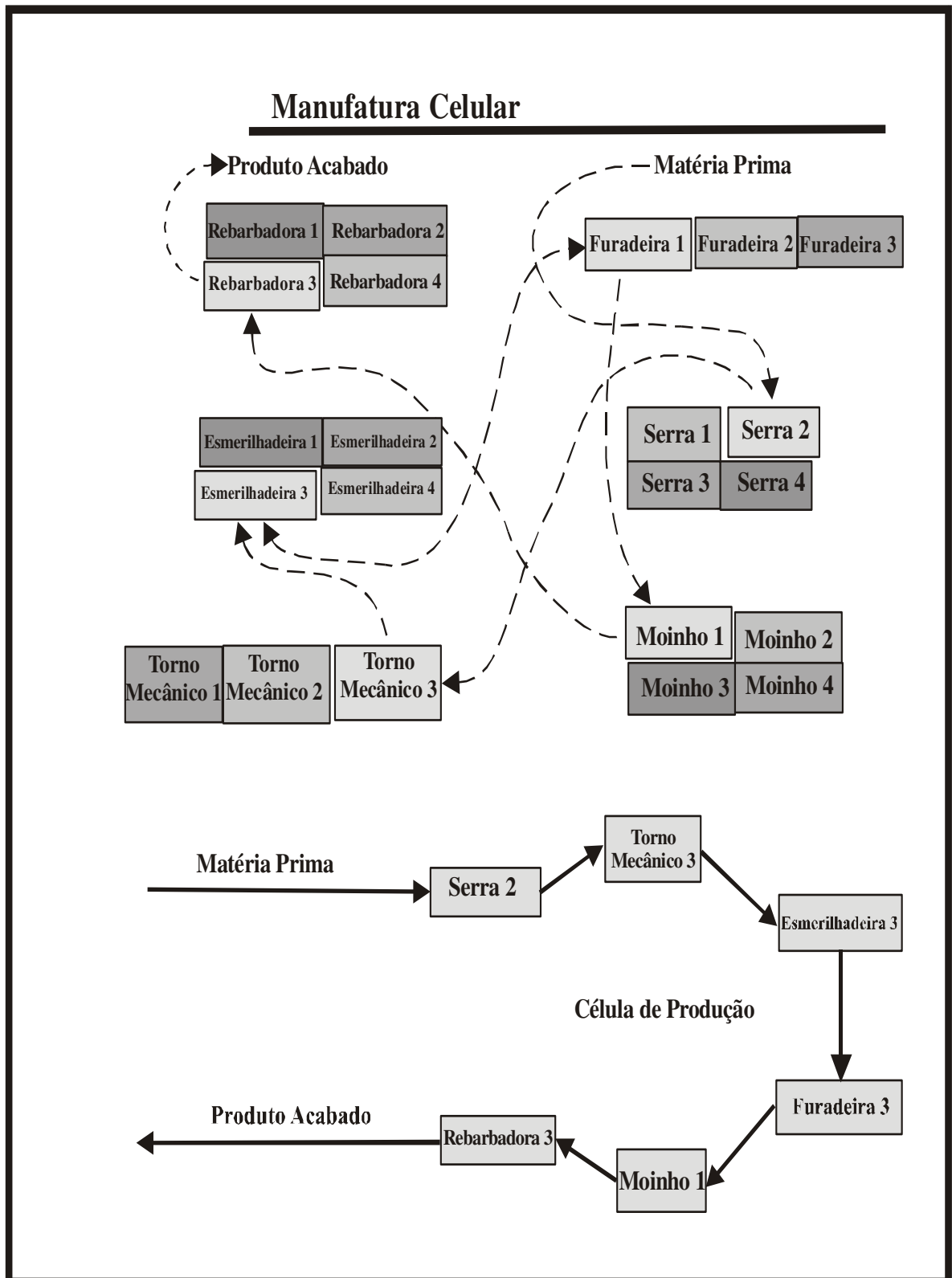


Figura 6 Manufatura Celular - Gaither (2001, p.111)

Uma definição genérica da Manufatura Celular, apresentada por Gusmão (1992, p.169), considera que este é um sistema de produção que visa a maior otimização no uso dos recursos de manufatura, por meio da integração dos processos, máquinas e mão-de-obra, e da adoção de uma metodologia de trabalho dinâmica, capaz de absorver conceitos modernos de qualidade, produtividade e flexibilidade.

A abordagem da manufatura celular tem sua origem no conceito de tecnologia de grupo (TG), cujo advento representa um importante mecanismo no aperfeiçoamento das operações industriais. Trata-se de um recurso que utiliza o conceito de família de itens, em que se objetiva agrupar artigos com base na similaridade de forma, tamanho, processo de produção, etc.

Wemmerlöv e Hyer (1989, p.151) sugerem que a Tecnologia de Grupo é, essencialmente, um amplo conceito, que consiste na identificação da similaridade ou equivalência entre peças e atividades recorrentes, bem como na exploração de seus efeitos, tanto nas atividades de projeto, como nas de manufatura.

Nessa mesma linha de raciocínio, Min e Shing (1993, p.284) apresentam o TG como sendo o agrupamento, em famílias, de peças e/ou produtos com características similares, assim como a formação de células de produção envolvendo máquinas e processos semelhantes. Os autores concluem, que o sistema de produção celular está estreitamente associado ao conceito de TG, constituindo elemento de importância referencial nos problemas operacionais da manufatura, tais como a redução dos tempos de *setup* e a eficiência produtiva.

A abordagem apresentada por Voss (1987, p.148) preconiza justamente essa idéia, definindo a MC como um grupo ou coleção de máquinas projetadas e organizadas para produzir um grupo específico de peças componentes e/ou produtos. A mesma abordagem aponta, ainda, a idéia de que não existe uma teoria de base para o desenho ou projeto do sistema celular, mas apenas algumas poucas e específicas regras.

Sobre esse aspecto, Min e Shing (1993, p.291) estabelecem três fases distintas no processo de implementação do sistema celular, quais sejam: a formação das células, definição do *layout* celular e a programação das tarefas pertinentes a cada célula. As duas primeiras fases envolvem problemas característicos de projeto, e a última está relacionada com o planejamento da produção celular.

O referencial literário acerca do problema de concepção e projeto da Manufatura Celular é vasto. Diversos modelos matemáticos, envolvendo variáveis de

capacidade, funcionamento, operadores, número de máquinas, etc., são fartamente propostos. De modo particular, a literatura especializada aponta alguns elementos básicos, os quais devem ser considerados no desenho e concepção do sistema celular. Entre esses elementos básicos, Heragu e Gupta (1994, p.203-215) ressaltam a importância específica de quatro itens:

[A] Dimensionamento da capacidade das máquinas, de modo que produtos ou peças de uma mesma família possam ser processados na mesma célula de produção;

[B] Definição do limite máximo para o tamanho da célula e, por conseguinte, para o número de máquinas na célula, tendo em vista o número de operadores e sua multifuncionalidade operacional;

[C] Determinação da quantidade máxima de células de produção, restringida pela disponibilidade de operadores polivalentes, de modo que o sistema minimize os deslocamentos intercelulares;

[D] Adequação do sistema celular às necessidades impostas pelos requerimentos de tecnologia, segurança, flexibilidade e movimentação do fluxo de material.

Alguns estudos recentes desenvolvidos sobre essa questão, sugerem que o elemento "flexibilidade" é, sem dúvida, a mais importante característica que deve ser atribuída ao projeto da manufatura celular.

Diversos autores sustentam, inclusive, que o desempenho em termos de performance é bem melhor naqueles sistemas em que cada célula apresenta flexibilidade suficiente para acomodar um grande conjunto de produtos ou peças, diferentemente, portanto, das células projetadas sob a idéia de uma especificação restrita de tipos de produtos.

Na verdade, a manufatura celular constitui um modo de organização original, radicalmente diferente daquela da fábrica funcional, apresentando, no entanto, alguns pontos comuns com o sistema em linha. Em um sistema de produção celular, a disposição dos postos de trabalho deve permitir a maior aproximação física possível entre o posto à jusante e o posto à montante, de modo que um mesmo operador possa efetuar várias operações diferentes, com um deslocamento mínimo de peças.

A produção focalizada é uma forma de organização da produção que visa romper com o modelo clássico de crescimento das empresas, em que os

departamentos e linhas de montagem vão se expandindo desordenadamente em função das necessidades de aumento de produção para atendimento dos mercados.

Com a produção focalizada, um produto ou família de produtos passa a ser tratado como um negócio específico, com suas características produtivas e mercadológicas próprias, segundo a definição de uma estratégia competitiva adequada para cada produto. Dessa forma, as empresas passam a dividir fisicamente os seus recursos, montando fábricas focalizadas em produtos, ou famílias de produtos específicos. A partir daí, o crescimento não se dá mais pelo aumento dos antigos departamentos e linhas de montagem, mas sim pela criação de novas unidades de negócios focalizadas.

Atualmente, as empresas fornecedoras de autopeças montam pequenas unidades de produção focalizadas para o atendimento de uma determinada montadora. São instaladas fisicamente próximas, de maneira a tirar vantagens tanto em termos organizacionais internos, como em termos de logística de fornecimento externo para o cliente. Segundo Harmon (1991), uma fábrica focalizada possui as seguintes vantagens na busca pelos princípios da produção Just-in-Time:

- Domínio do processo produtivo: por ser uma fábrica pequena, as comunicações fluem mais facilmente, permitindo que cada gerente, cada supervisor e cada funcionário conheçam todos os aspectos importantes da fabricação dos produtos. Dessa forma, aumenta-se a identificação e solução de problemas;
- Gerência junto à produção: com o enxugamento dos níveis hierárquicos, devido à redução da complexidade dos processos, a gerência pode ficar localizada próxima ao chão-de-fábrica, aumentando a velocidade de resposta na tomada de decisões. O gerenciamento pode ser mais centrado nos aspectos visuais do que em cima de relatórios periódicos;
- Staff reduzido e exclusivo: o pessoal de apoio pode ficar junto ao local onde presta o serviço, especializando-se em suas tarefas. A focalização do *staff* facilita a programação dos serviços de apoio aos clientes internos, reduzindo as paradas de produção e acelerando a solução dos problemas;
- Estímulo à polivalência de funções: em fábricas pequenas, tanto as funções produtivas como as de apoio são executadas por um número menor de pessoas, induzindo ao conceito de funcionário polivalente. As responsabilidades pela produção, qualidade, manutenção, movimentação, etc.

são compartilhadas por todos e podem ser melhor distribuídas. Permite o uso efetivo do conceito de Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) e de remuneração variável pelo desempenho do grupo;

- Uso limitado dos recursos: em fábricas pequenas, os recursos colocados à disposição da produção são limitados, o que facilita a identificação e eliminação de atividades que não agregam valor aos produtos e estimula a disseminação do princípio do melhoramento contínuo. Estoques excessivos e equipamentos ociosos prontamente aparecem.

Dessa forma, a focalização da produção permite que as empresas respondam de forma muito mais ágil às pressões competitivas do mercado, o que pode garantir a sua sobrevivência.

Nos dois tópicos seguintes vamos abordar a focalização nos processos de fabricação repetitiva em lotes, em que a produção Just-in-Time se aplica perfeitamente, e nos processos de montagem .

2.3.1 Focalização na Fabricação Repetitiva em Lotes

O crescimento fora de foco nas empresas que trabalham com *layout* convencional, onde as máquinas ficam concentradas por tipo em uma determinada área na fábrica, originou uma série de perdas ou desperdícios, decorrentes do trabalho com grandes lotes que devem ser transportados ao longo dos departamentos, na busca dos recursos para a sua transformação.

O *layout* convencional foi desenvolvido como solução para a utilização do tempo ocioso das máquinas no aumento da produção. Dessa forma, a capacidade de produção de um determinado departamento seria a soma das capacidades individuais das máquinas, não se admitindo que tais máquinas pudessem ficar paradas. Pode-se dizer que o maior incentivador dos *layouts* departamentais foi o conceito contábil de valor agregado. Segundo este conceito, cada vez que uma máquina é acionada para beneficiar uma matéria-prima ou uma peça em processo, adiciona-se valor a essa matéria-prima ou peça, mesmo que elas fiquem durante um tempo elevado em estoques intermediários ou entre produtos acabados à espera de clientes para consumi-las. Neste sistema de produção, a ênfase está em se aumentar a produtividade individual dos recursos, e não em acelerar o fluxo de conversão de matérias-primas em produtos acabados segundo as necessidades dos clientes.

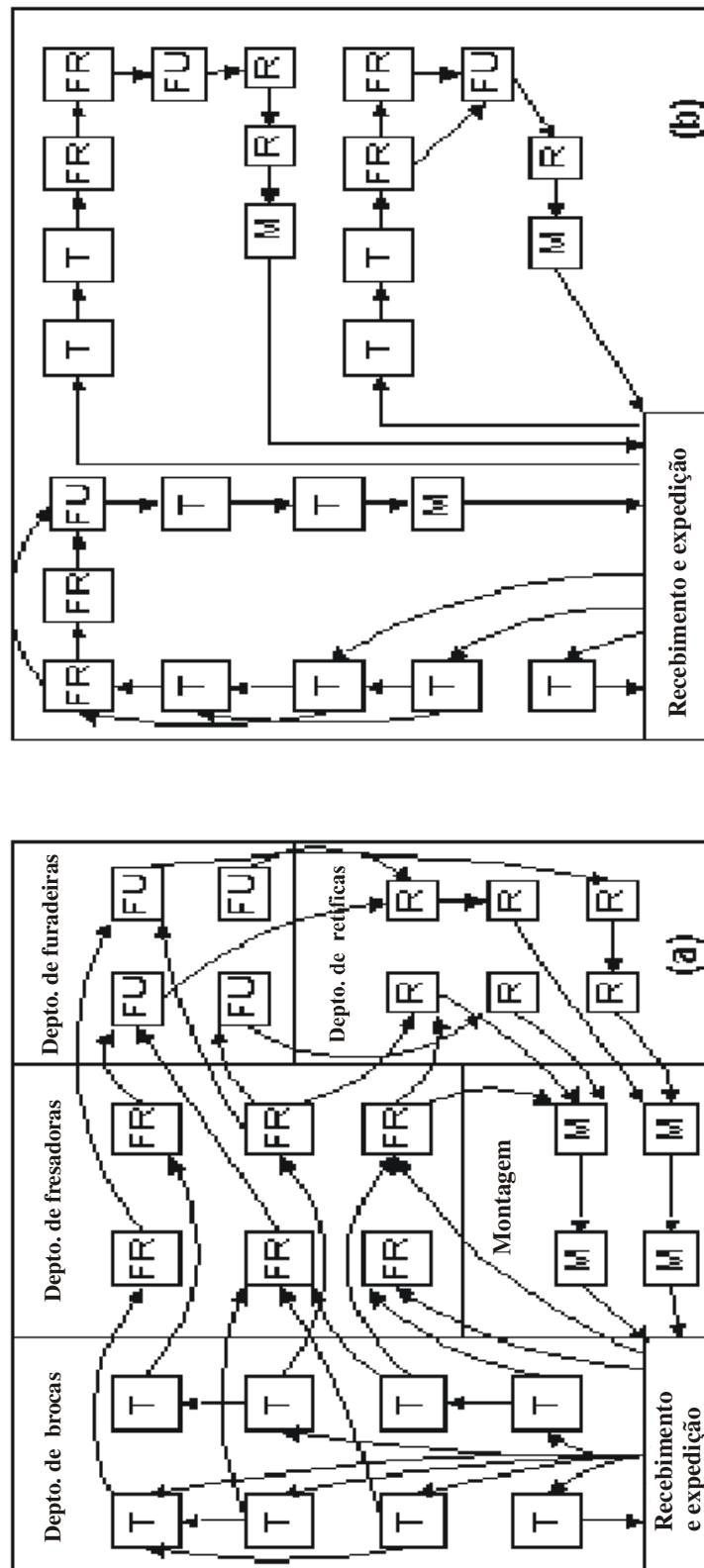


Figura 7 - Demonstração do fluxo de produção em uma empresa com *layout* convencional (a) e com *layout* celular (b) (Black 91 p.11)

Infelizmente a utilização do *layout* convencional gera uma série de desperdícios que não são bem avaliados pelas empresas que o utilizam. No Japão arrasado pelo pós-guerra, principalmente na Toyota, esses desperdícios foram melhor

avaliados e foi desenvolvida a produção JIT, em que o sistema é focalizado com a utilização de células de manufatura.

Segundo relato de Taiichi Ohno (1997, p.34), a respeito da situação da Toyota em 1947, só havia duas maneiras de se aumentar a eficiência da linha de produção da empresa: aumentar a quantidade produzida ou reduzir o número de trabalhadores. Em função da situação do mercado japonês naquela época, Ohno teve que direcionar o seu trabalho para a redução do número de trabalhadores. Partindo dessa conclusão, Ohno começou a organizar o *layout* da Toyota em linhas paralelas ou em forma de "L", de forma que um trabalhador pudesse operar de três a quatro máquinas em cada ciclo de fabricação, obtendo, assim, um aumento na eficiência de produção de 2 a 3 vezes, começando dessa maneira a construir os conceitos de manufatura celular.

No *layout* celular, as máquinas são agrupadas por produto, focalizando-se a fabricação de um produto ou família de produtos. Dessa forma, a ênfase da produção passa a ser a aceleração do fluxo de conversão de matérias-primas em produtos acabados, pois nas células as máquinas estão dispostas na seqüência de fabricação dos itens, o que faz o fluxo se tornar contínuo nesses agrupamentos. A consequência direta dessa nova forma de trabalho é a significativa redução no tempo de produção (*lead time*) dos produtos.

Os tempos que compõem o *lead time* de um item fabricado de forma intermitente em lotes podem ser divididos em: tempo de tramitação da ordem de fabricação, tempo de espera na fila do recurso, tempo de *setup*, tempo de processamento e tempo de movimentação. Com exceção do tempo de tramitação da ordem de fabricação, reduzido pelo *kanban*, para se puxar a produção, os demais tempos são drasticamente reduzidos, ou até eliminados, com a implantação do *layout* celular. Ou seja:

- tempo de espera na fila: é eliminado pela disposição adequada das máquinas segundo o roteiro de fabricação do item e pela produção em fluxo unitário. Eliminam-se, assim, as filas de espera nas máquinas e, conseqüentemente, o seu seqüenciamento;
- tempo de *setup*: a própria fabricação de famílias de peças já proporciona uma significativa redução de *setup*. Além disso, com a troca rápida, são minimizados os tempos onde é preciso existir *setup*;

- tempo de processamento: os tempos de processamento são reduzidos, em função da redução dos tempos de *setup* e da conseqüente redução dos tamanhos de lote.
- tempo de movimentação: a aproximação dos equipamentos reduz significativamente as necessidades de transporte dos itens. Por outro lado, com o processamento unitário e a diminuição dos tamanhos de lote, os itens podem ser transportados pelos próprios operários, sem a necessidade de equipamentos dispendiosos, e espaço físico para a movimentação e posicionamento desses equipamentos.

Além das vantagens em termos de velocidade de transformação das matérias-primas, segundo o conceito de focalização da manufatura apresentado por Harmon (1991), as empresas devem ser reorganizadas em "fábricas dentro de uma fábrica", com um perfil descentralizado, e as decisões e os processos são executados de forma dinâmica. As células de manufatura exercem papel fundamental nessa concepção, pois focalizam a manufatura sobre famílias de peças, e as informações e as oportunidades de melhoria aumentam bastante com a aproximação das máquinas e a criação do conceito de cliente/fornecedor entre os operadores adjacentes, dentro e fora da célula.

Abaixo apresentamos algumas das características que devem estar presentes em uma empresa focalizada e que são facilitadas com a utilização de células de manufatura:

- Excelente comunicação: em função da disposição física da célula, as pessoas podem conversar entre si, o que facilita a comunicação dentro da empresa;
- Descentralização dos serviços de apoio: nas células, os trabalhadores podem se organizar para executar diversas funções de apoio, como pequenos reparos, organização e limpeza da área de trabalho, além das tarefas de manutenção preventiva;
- Relacionamento direto cliente/fornecedor: devido à proximidade dos operários dentro das células, o *feed back* a respeito dos itens produzidos, principalmente com relação à qualidade, é instantâneo. Na organização focalizada, com a proximidade entre as áreas de montagem e as áreas de fabricação de componentes, a relação cliente/fornecedor é estendida para fora das células;

Com a obtenção de todas essas vantagens, as empresas se tornam mais flexíveis e, conseqüentemente, mais competitivas.

2.4 Configuração Organizacional da Célula de Produção

Segundo Laverty e Demeestère (1990, p.174), a abordagem da manufatura celular prescreve que um mesmo operador deve poder operar várias máquinas diferentes, que estão funcionando simultânea ou sucessivamente, ou seja, que o operador abasteça uma primeira máquina e, enquanto esta completa o processamento, ele descarregue, por exemplo, os produtos liberados por uma segunda máquina. Assim, uma regra fundamental que se impõe é que o projeto de Manufatura Celular apresente uma adequada capacidade de flexibilidade, de modo a incorporar outros componentes, ou mesmo ser modificado, para incluir elementos adicionais na linha de produção. Na verdade, o objetivo é direcionar os esforços de forma a interligar todas as células, num grande sistema integrado de produção.

Em geral, a célula de produção apresenta um *layout* em forma de U, a fim de facilitar a intervenção consecutiva do operador sobre vários postos de trabalho, bem como economizar seus movimentos no interior da célula. Assim, uma das primeiras conseqüências dessa prática é a redução das distâncias separando os postos de trabalho. Essa organização garante, portanto, um ganho substancial das áreas ocupadas na planta industrial, além de favorecer a flexibilidade buscada e a redução das operações de manutenção.

A descrição da produção celular estabelece a definição da célula de manufatura como o reagrupamento dos meios de produção (técnicos e humanos), destinados à fabricação de um grupo de produtos (*focused facilities*) que apresentam as mesmas etapas de produção. Contrariamente ao ateliê funcional, o sistema celular apresenta uma justaposição do trabalho manual e do trabalho automatizado, impondo tecnologias diferentes e competências diversificadas.

Segundo os autores, a célula de produção constitui um conjunto homogêneo, caracterizado por um escoamento fluido de produtos, que pressupõe uma certa regularidade no volume dos fluxos. Considerando, porém, a natureza diversificada dos componentes que entram em uma célula, como peças compradas, matéria-prima, ou mesmo subconjuntos fabricados fora da unidade de produção, muitas vezes produzidos em sistemas diferentes e não-celulares, torna-se importante assegurar uma boa e otimizada gestão dos estoques.

Assim sendo, a célula de manufatura constitui uma fábrica em miniatura: ela recebe as matérias-primas e os componentes, e entrega os produtos acabados. Seus postos de trabalho são diretamente abastecidos por fornecedores externos, ou mesmo pelas outras unidades de produção. Ela executa também os serviços de apoio necessários, tais como manutenção, conservação, controle de qualidade, etc., anteriormente fornecidos pelas funções de apoio à produção.

De um modo geral, tanto máquinas convencionais, como máquinas mais modernas de base microeletrônica, têm sido utilizadas na montagem das células e, portanto, existem desde células que fazem uso intensivo de mão-de-obra, até células completamente robotizadas. Em muitos casos, as células estão equipadas com todos os equipamentos necessários aos processos de sua pertinência, o que facilita as trocas de ferramentas nos *setups*. Assim, cada célula torna-se uma unidade quase que auto-suficiente, funcionando como um conjunto de minifábricas dentro das fábricas.

A vastíssima literatura sobre os conceitos, características, projeto e configuração da manufatura celular apresenta uma certa homogeneidade no que diz respeito aos benefícios decorrentes de sua implantação. Conforme os dados estimados de Wemmerlöv e Hyer (1989, p.1530), esses benefícios, em termos de produtividade, são de maior grandeza em relação à redução das paradas de máquina, decorrentes do "enxugamento" da variedade de itens com que as máquinas trabalham na Manufatura Celular, e às reduções nos deslocamentos de materiais, resultantes da disposição dos postos de trabalho nas células, orientada à minimização dos movimentos intra-celulares.

Assim como ocorre a focalização nos processos de fabricação de componentes, também deve ocorrer a focalização dos processos de montagem. Nos processos de montagem, em função de apresentarem características de produção repetitiva em massa, a focalização se torna mais fácil.

Os processos de montagem focalizados para um desempenho superior, dentro do conceito de produção JIT, apresentam diferenças com relação aos processos convencionais de montagem nos seguintes aspectos: formato, tamanho, número de produtos por linha, distribuição de tarefas e sinalizações de auxílio à produção.

No caso das linhas de montagem, em função dos conceitos da produção JIT, deve ocorrer uma substituição do formato retilíneo para o formato em "L" ou "U"

para as linhas pequenas (2 a 8 posições) e formato serpentina para as linhas maiores. Este formato, pela aproximação dos operários, favorece as ações de trabalho em grupo voltadas para a garantia da qualidade. Também oferece os benefícios alcançados com o formato em "U" nos processos intermitentes em lote, que são: manutenção de um ritmo de produção pelo sincronismo dos tempos de ciclo dos operadores; flexibilidade na capacidade de produção pela adição/remoção de operadores; manutenção do padrão individual de operação independente dos tempos de ciclo; e facilidade em adequar o *layout* às instalações pela compressão ou expansão da linha.

Além disso, os *layouts* para linha de montagem baseados no formato em "U" reduzem as distâncias e os custos de retorno dos contenedores e plataformas de montagem vazias para o início da linha, e favorecem a distribuição e movimentação dos estoques em processo, os quais podem ser focalizados ao redor da área de montagem, acelerando o fluxo e reduzindo os espaços físicos necessários.

2.4.1 A Tecnologia de Grupo

A tecnologia de grupo é uma ferramenta utilizada para a formação de células de manufatura por meio da exploração de características comuns nas peças fabricadas por uma determinada empresa. Essas características podem ser de projeto ou de processo, o que conceitua tecnologia de grupo como uma filosofia que define a solução de problemas explorando semelhanças, para se obter vantagens operacionais e econômicas mediante um tratamento de grupo. Na fabricação, buscam-se as vantagens econômicas da produção em massa para a produção de pequenos lotes.

2.4.2 As Técnicas Desenvolvidas para a Definição dos Grupos

Os tópicos abaixo demonstram as metodologias empregadas para a definição dos grupos de máquinas/peças, descritos por de Singh (1993,p. 291):

- Sistemas de classificação e codificação para famílias de peças: a codificação refere-se ao processo de se atribuir um código a uma peça. O código representa os atributos da peça que serão levados em conta na formação de famílias com atributos semelhantes. A classificação refere-se à categorização das peças em grupos em função dos atributos de projeto, processo ou ambos.

- Análise da matriz peça/máquina: metodologia baseada na Análise do Fluxo de Produção (PFA), em que são permutadas linhas e colunas em uma matriz de incidência peça/máquina preenchida com os índices 0 ou 1 (1, se a peça passa pela máquina da respectiva linha; e 0, se a peça não passa pela máquina). Essas permutações visam à diagnolização da matriz, resultando, após o processo, em uma indicação dos agrupamentos que devem ser efetuados. Figura 8.

P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7								P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7									
M1	0	1	0	0	0	0	1	M1	1	1	0	0	0	0	0	0	
M2	1	0	0	0	0	0	1	M2	1	1	0	0	0	0	0	0	célula 1
M3	0	0	1	1	0	1	0	M3	0	1	1	1	0	0	0		
M4	0	0	1	1	0	1	0	M4	0	1	1	1	0	0	0		célula2
M5	1	0	0	0	0	0	1	M5	0	1	1	1	0	0	0		
M6	0	0	1	1	0	1	1	M6	0	0	0	0	0	1	1		
M7	0	1	0	0	1	0	0	M7	0	0	0	0	0	1	1		célula 3

Matriz (a)
matriz (b)

P = peça
M = máquina

Figura 8 - Exemplo de matriz de incidência (a) Matriz parte/máquina (b) Agrupamento ótimo Gaither (2001)

- Métodos baseados em coeficientes de similaridade: os coeficientes de similaridade podem ser utilizados independentes ou conjuntamente com redes, programação matemática ou metodologias baseadas em conhecimento. Para realizar a definição das famílias, são definidas medidas de similaridade entre máquinas, ferramentas, características de projeto, etc. Os métodos utilizados para definir as famílias utilizando os coeficientes de similaridade são: *Single Linkage Cluster Analysis*, *Average Linkage Method*, *Complete Linkage Method*, *Centroid Method* e *Median Method*, dentre outros;
- Métodos matemáticos e heurísticos: um grande número de pesquisas na área de formação de células, que não usam explicitamente os coeficientes de similaridade, tem aparecido na literatura. Essas técnicas empregam programação matemática e outros métodos analíticos ou heurísticos;

- Métodos baseados em reconhecimento de padrões e conhecimento: poucos trabalhos nas áreas de inteligência artificial e reconhecimento de padrões aplicados a formação de células têm sido encontrados. Singh (1993, p.284-291), por exemplo, desenvolveu um sistema baseado no conhecimento que utiliza as vantagens dos sistemas especialistas e otimização, considerando capacidade de máquina, capacidade de transporte de materiais, requisitos tecnológicos e dimensões das células, para formar os agrupamentos;
- Enfoque de conjuntos difusos: muitos dos enfoques para a formação de células assumem que os dados sobre custos de processamento, tempo de processamento, demanda de peças, dentre outros, são precisos. Assumem também que cada peça pode pertencer somente a uma única família. No entanto, existem peças em que essa dedução não é muito evidente. O enfoque em conjuntos difusos permite que se tenha uma solução para esses problemas.
- Enfoque baseado em redes neurais: do ponto de vista computacional, o problema de formação de células é essencialmente o que pode ser caracterizado como *NP-hard*. Essa é uma das principais razões para que tantas soluções heurísticas para o problema sejam encontradas na literatura. No entanto, é necessário um enfoque que seja rápido e que assegure uma boa solução para o problema. A utilização de redes neurais artificiais (ANN) para solução do problema de formação de células é bastante promissor.

2.4.3 O Formato das Células de Manufatura

A forma de organização das máquinas em uma célula depende dos tipos de processos utilizados na empresa. Dependem também das restrições de tamanho, fundações, emissão de poluentes e mobilidade das máquinas que compõem o layout. Abaixo, descrição de quatro tipos diferentes de arranjos das células.

- Máquina Célula: é composta por uma única máquina, com capacidade de produção elevada, para ser colocada em um arranjo com outras máquinas, ou que foi dedicada para a produção de peças com fabricação simples, as quais se encontram completamente processadas após passarem somente por esta máquina;

- Célula em "U": arranjo compreendido por diversas máquinas agrupadas de acordo com a seqüência de um determinado processo, posicionadas em formato de "U" a fim de permitir-se que os trabalhadores possam se deslocar dentro da área de trabalho para operar mais de uma máquina durante o ciclo de fabricação de uma dada peça ou de uma família de peças;
- Célula em linha: disposição para arranjo de máquinas interligadas por transporte automático de peças; as peças, todas com processamento semelhante, passam por todas as máquinas do agrupamento;
- Célula em *loop*: disposição para arranjo de interligadas por transporte automático de peças; as peças, com algumas etapas de processo diferentes, não passam por todas as máquinas do agrupamento.

2.5. Comparação Entre Layout Celular e Layout Funcional

Boucher e Muckstadt (1984, p.268-276) apresentaram um estudo sobre as reduções nos custos de manufatura obtidas com a conversão do *layout* funcional para o *layout* celular. Segundo os autores, três são os principais fatores responsáveis pela redução dos custos de manufatura: tempos de *setup* reduzidos, em função da produção de famílias de peças; tempos de atravessamento *lead times* reduzidos pela aproximação das máquinas no *layout* celular e redução dos tamanhos de lote viabilizada pela diminuição ou eliminação dos tempos de *setup*, e; redução das funções de suporte e de outros custos alocados, em função da eliminação de alguns controles ou da passagem de muitas funções de suporte para os trabalhadores nas células.

Para medir essas vantagens em termos de redução de custos, foram analisados os seguintes itens: ciclo de estoque do inventário; estoque de segurança; estoques em processo e; custos alocados. Utilizando exemplos numéricos, os autores demonstram que a passagem do *layout* funcional para o *layout* celular possibilita reduções, nos custos avaliados, de até 66%.

2.5.1 Vantagens Proporcionadas pelo Layout Celular

Ao relatar a implantação da focalização da produção com células de manufatura na empresa Steward Inc., Lavoisier (1995, p.37-42) apresenta dados

práticos sobre as vantagens obtidas com o *layout* celular. Os passos seguidos para a montagem do *layout* foram os seguintes: definição de cada uma das células e das máquinas necessárias; definição de um cronograma para movimentação das máquinas; movimentação das máquinas; e, início do treinamento sobre o trabalho nas células, conforme a filosofia JIT.

As vantagens proporcionadas por essa transformação no sistema de produção da Steward Inc. foram as seguintes: redução nos estoques em processo; redução nos estoques de produtos acabados; eliminação das bandejas para estoque de material no chão-de-fábrica; redução no "lead time" dos produtos; redução do atraso nas ordens; redução dos refugos; redução do trabalho direto; e, redução no espaço ocupado pela manufatura. Observando-se a Tabela 1, pode-se ter uma idéia da proporção dessas melhorias.

Tabela 1 Benefícios obtidos após dois meses de operação com *layout* celular na Steward Inc. (Lavasseur 1995, p. 37-42)

Item	Layout Funcional	Layout Celular	Melhorias Obtidas
Estoques em processo	\$590.000,00	\$116.336,00	80% (redução de \$ 443.660)
Estoque de produtos acabados	\$880.000,00	\$353.167,00	60% (redução de \$237.000)
Bandejas para estoque	\$8.333,00 por mês	\$0	100%
"Lead Time"	14 dias	2 dias	86% (redução de 12 dias)
Atraso nas ordens	100	4	96% menos
Refugo	22%	14%	8%
Trabalho direto	198	145	27% (53 operários)
Espaço na manufatura	45.000 (ft. ²)	20.000 (ft. ²)	56% (25.000 ft. ²)

2.6 Benefícios decorrentes da manufatura celular

A implantação bem sucedida do sistema de manufatura celular pode resultar em extraordinários ganhos para a empresa. Dentre os muitos benefícios atribuídos ao sistema celular, considera-se que a redução dos tempos de *setups* é, sem dúvida, sua maior contribuição. De fato, dos benefícios atribuídos à Manufatura

Celular, 50% podem ser associados à redução do tempo de *setup*. Nesse sentido, os autores assumem que, considerando o papel precursor da redução dos *setups* na consecução desses outros benefícios, ele pode ser definido como o objetivo principal da formação e programação celular. Wemmerlöv e Hyer (1989, p.1530)

Assumindo a lógica de operação do sistema celular, as células de fabricação podem ser classificadas em duas grandes categorias: as células dirigidas e as células não-dirigidas. As células dirigidas são formadas por máquinas-ferramenta, do tipo convencional ou programável (comando numérico), com operadores de produção treinados e habilitados na fabricação de diferentes produtos, no âmbito da mesma célula. A eficiência dessa categoria de células é medida pela sua capacidade de ajustamento do número de operadores, de acordo com as necessidades de produção e os resultados desejados.

Segundo as observações de Monden (1984, p.187), o projeto das células dirigidas inclui as linhas em forma de U, para garantir maior flexibilidade de gerenciamento, uma vez que as tarefas atribuídas ao operador multifuncional podem ser aumentadas e diminuídas conforme o andamento da produção. Essas observações explicam a argumentação de que o papel das células dirigidas é exatamente revogar a Lei de Parkinson. O autor sustenta a idéia de que, sendo reduzidas as necessidades de produção da célula, o número de operadores é concomitantemente reduzido, uma vez que os operadores não podem expandir as tarefas apenas para preencher o incremento de tempo disponível.

As células não-dirigidas são formadas essencialmente por máquinas programáveis (de controle numérico), ou por outros equipamentos automatizados, com pouquíssimos ou quase nenhum operador na célula. Essas células podem se apresentar em duas configurações diferentes: automatizadas fixas e automatizadas flexíveis.

As células automatizadas fixas são organizadas em linhas, círculos, ou ainda em forma de U, caracterizando-se pela produção de peças em lotes relativamente grandes. Essas células possuem uma correia-transportadora, que localiza as peças e as transporta até a estação de máquinas. A linha é programada para que as peças gastem a mesma soma de tempo em cada estação. Normalmente, o volume de peças é muito grande, e a variedade, bastante pequena, de modo que essas células não são muito flexíveis.

As células automatizadas flexíveis apresentam-se em duas configurações: a célula robótica e o sistema flexível de manufatura (FMS). A célula robótica possui poucas máquinas e é tipicamente projetada de forma circular, de modo que um robô possa carregar e descarregar as máquinas, assim como mudar seus equipamentos, quando necessário. O FMS, por sua vez, é geralmente organizado de forma retangular, com máquinas programáveis e uma correia-transportadora controlada por computador, para transporte das peças entre as máquinas. Permite a introdução de peças no sistema, em qualquer ordem, e trabalha com uma família de peças-componentes de pequenos lotes.

2.6.1 Tecnologia de Grupo para formação de Célula de Manufatura

Há alguns trabalhos relacionados à utilização da tecnologia de grupo para a formação de células de manufatura. Nesses trabalhos, cada autor apresenta formulações para a solução dos problemas de agrupamento.

Crama (1996, p.1693-1713) utilizou a programação matemática para desenvolver um algoritmo capaz de diagonalizar matrizes objetivando a formação de grupos de máquinas que permite, por meio de utilização de funções objetivas, a consideração de algumas restrições a esses agrupamentos. As restrições que podem ser tratadas no modelo apresentado pelo autor são as seguintes: relações máquina-peça, máquina-máquina ou peça-peça; restrições quanto ao tamanho de célula; e, restrições quanto ao número de células. Por meio de exemplos numéricos, o autor demonstra a eficiência do algoritmo para o tratamento dos agrupamentos.

Chow (1993, p.357-372) desenvolveu um modelo baseado em sistemas especialistas, para a definição do agrupamento de máquinas, que permite a consideração de três restrições práticas para o desenvolvimento de um *layout* celular. Essas restrições são: número máximo de máquinas por célula; restrições tecnológicas (máquinas com capacidade muito grande para serem agrupadas); e, número total desejável de células de fabricação. Este sistema, chamado de KBS, foi programado utilizando-se Pascal. Em função dos testes realizados com este modelo, o autor concluiu que, para sistemas com um número de células maior ou igual a quatro, os resultados são muito bons.

2.6.2 Problemas para Focalização da Produção

Heragu (1994, p. 203-215) comenta, em seu trabalho, que, na maioria das pesquisas apresentadas, ocorre somente uma preocupação: obter-se uma matriz diagonalizada com uma sugestão de agrupamento celular. Apresenta uma série de questões que podem afetar a focalização da produção:

- a capacidade disponível de máquina não pode ser excedida;
- requisitos tecnológicos e de segurança devem ser considerados;
- o número de máquinas em uma célula e o número de células não devem exceder um limite superior;
- a taxa de utilização de máquina deve ser tão alta quanto possível;
- a compra de máquinas, os custos operacionais e os custos com estoques em processo devem ser minimizados.

Além das questões de projeto de *layout*, o autor apresenta duas questões de planejamento que devem ser tratadas:

- o seqüenciamento de trabalhos para cada célula individualmente;
- a maximização das taxas de saída.

Choi (1996, p.1475-1496) apresenta a necessidade de considerações com relação aos seguintes problemas: limitações dos métodos para formação de células existentes; necessidade de capacidade de máquina para realizar os agrupamentos; critérios para a seleção adequada de máquinas novas a serem adquiridas; cuidado com máquinas e processos com restrições especiais; e, flexibilidade para alterações futuras nos agrupamentos, em função de alterações de demanda ou produtos. O autor apresenta as seguintes restrições aos agrupamentos para focalização da produção: restrições organizacionais: recursos financeiros para compra de novas máquinas, (Taxa de utilização mínima de máquina e Retorno sobre o investimento); características de produto: variedade de produtos, número de novos produtos introduzidos anualmente; características dos roteiros de processo: variedade de operações, presença de operações gargalo e presença de operações especiais; e, características das instalações/tecnologia de processo: máquinas simples convencionais e máquinas complexas programáveis.

2.6.3 O PCP e a Focalização da Produção

Ao analisar as mudanças ocorridas na área de planejamento e controle da produção (PCP) nas empresas que adotaram a produção focalizada com células de manufatura, Olorunniwo (1996, p.65-70) fez uma pesquisa, após envio de questionários, a 57 empresas americanas que optaram por esta forma de produção. O primeiro ponto levantado na pesquisa foi relativo à técnica de PCP que a empresa estava utilizando antes e depois da focalização da produção. As técnicas mais importantes citadas foram: ponto de pedido (ROP); planejamento dos recursos de manufatura (MRP); *kanban* (KAN); tecnologia para otimização da produção (OPT). É importante ressaltar que cada empresa poderia citar o uso simultâneo de mais de uma técnica.

A tendência observada pelo autor, após a focalização da produção, foi a utilização preponderante do MRP e do *kanban* nas empresas, inclusive de forma conjunta.

Olorunniwo (1996, p.65-70) concluiu que, após a focalização da produção, a tendência das empresas foi de acrescentar o *kanban* aos seus sistemas de MRP existentes. O autor acredita que os dois sistemas podem se complementar, pois o MRP possui a capacidade de permitir o planejamento de necessidades (materiais e capacidade de produção) para empresas com uma grande quantidade de produtos, sendo deficiente no controle e execução no chão-de-fábrica.

O *kanban* por outro lado, permite um controle descentralizado da produção de itens repetitivos em lote, mas não possui capacidade no planejamento de materiais. Dessa forma, a combinação MRP/*kanban* pode oferecer bons resultados no planejamento e controle da produção (PCP).

O *Kanban* é meramente um método usado para controlar o processamento *Just-in-Time*. A forma mais comum de *Kanban* é uma peça retangular de papel dentro de um envelope de plástico. A informação escrita no papel descreve o que deve ser tomado, os dados referentes às transferências e informações sobre a produção. Este cartão informa basicamente ao operário quantas partes de uma peça se deve tomar ou quais componentes deverá montar.

Todos os movimentos na instalação industrial são monitorados dessa maneira. O excesso, ou superprodução é impedido pelo *Kanban*, visto que ele tem início na montagem final e progride de trás para frente, a fim de criar um *pool*, um

sorvedouro de peças através do processo. Ele controla o fluxo de bens por meio da instalação industrial, mas só funciona bem se praticado sob regras muito restritas.

Podemos enumerar as seguintes funções do *Kanban*:

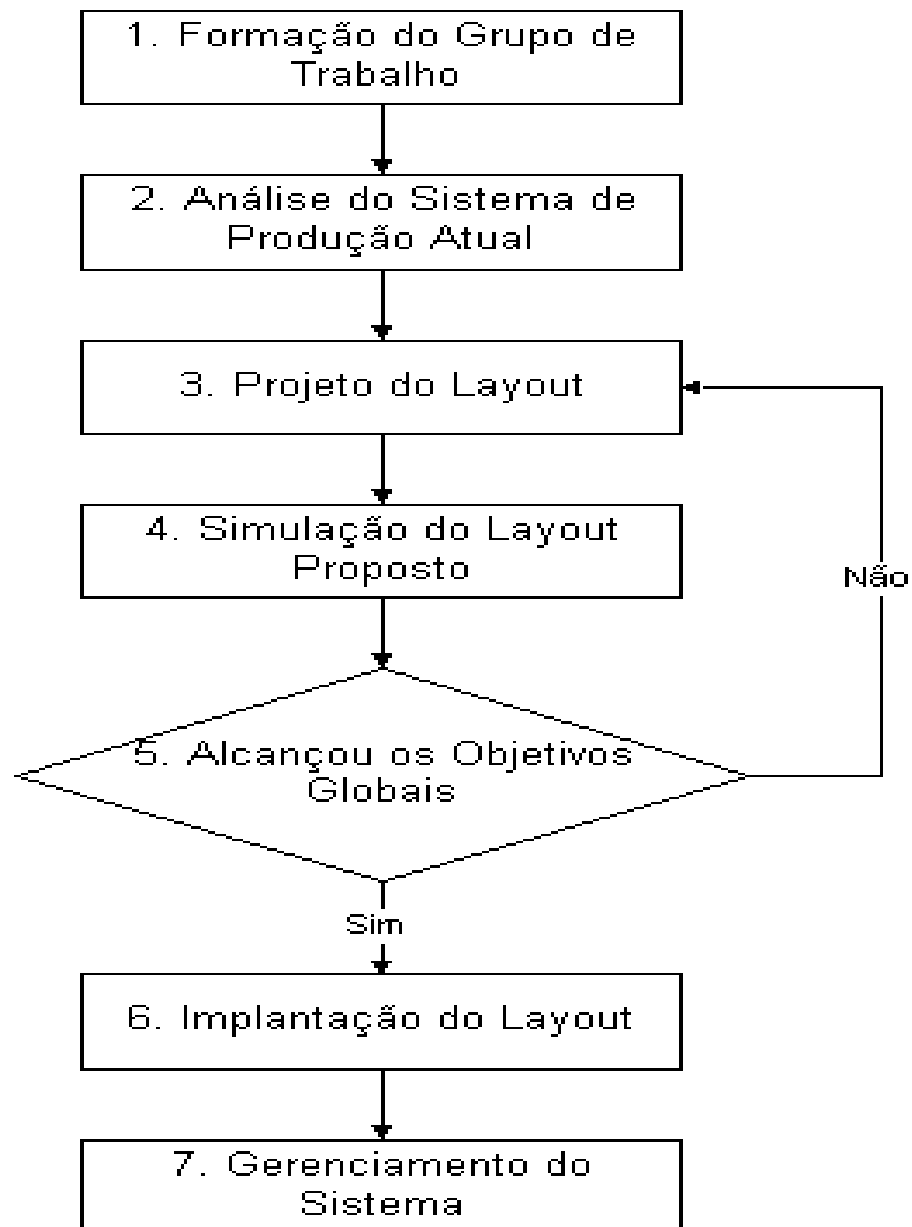
- Prover coleta ou transporte de informação;
- Prover informação de produção;
- Impedir a produção e o transporte em excesso;
- Servir como pedido de fabricação, que é anexado ao produto semi-acabado;
- Prevenir a saída de produtos defeituosos, identificando os processos que levam à sua produção;
- Revelar problemas existentes e manter o controle dos estoques.

2. 7 Focalização da Produção em Times Integrados de Manufatura

2.7.1 Formação dos Times Integrados de Manufatura

A formação dos times integrados de manufatura segue os conceitos do sistema de produção JIT (*Just-in-Time*), e os procedimentos corporativos do FPS (*Ford Production System*), com a utilização de indicadores de desempenho da produção para verificação dos objetivos propostos. Utiliza também a Tecnologia de Grupo, para a formação de células de manufatura. Nas próximas seções serão detalhadas todas as etapas propostas no modelo para implantação dos times.

A Figura 9 apresenta o fluxograma esquemático com os passos a serem seguidos durante a implantação da metodologia proposta.



. Fonte:Manual do TIM – Ford Taubaté

Figura 9 Fluxograma da metodologia proposta

2.8 Formação do grupo de trabalho

Essa etapa do trabalho deve ser coordenada por uma consultoria externa à empresa, pois novos conceitos devem ser trazidos a respeito da focalização da produção com células de manufatura, os quais não devem existir na empresa, pois, do contrário, ela já estaria com o seu sistema focalizado. Além disso, todo processo de alteração no modo de trabalho de uma empresa costuma gerar uma série de

resistências, as quais serão mais facilmente quebradas com o auxílio de pessoas que trazem experiência de implantação e solidez de conhecimentos a respeito dos benefícios proporcionados pela focalização da produção.

A etapa é composta por outros quatro itens: escolha do grupo; conscientização; definição dos objetivos, e; definição das medidas de desempenho. A seguir, apresentamos cada um desses itens.

2.8.1 Escolha do Grupo

A escolha adequada do grupo que vai coordenar o processo de focalização da produção é fundamental para o sucesso do projeto. A presença dos diretores da empresa no grupo é muito importante, pois, se o processo não tiver o apoio das pessoas que detêm a autoridade maior na empresa, o fracasso será iminente. Além dos diretores, devem estar no grupo os gerentes que terão participação mais direta nas ações de transformação do sistema de produção e na disseminação do conhecimento a respeito da focalização da produção no chão-de-fábrica.

Esse grupo de coordenação deve ter como meta principal a conquista do envolvimento total dos demais trabalhadores no andamento do trabalho, pois para a obtenção de sucesso em cada uma das etapas propostas é fundamental a participação de todos os funcionários da empresa. Se não houver essa participação, o tempo para a focalização da produção com células de manufatura pode ser bastante aumentado. Além disso, o modo de trabalho dentro da produção JIT é bastante diferente da proposta feita por Taylor, em que os setores da empresa são divididos e conduzidos por especialistas, sem a busca da interação entre as pessoas com diferentes funções.

2.8.2 Conscientização

Nessa etapa, os consultores devem passar ao grupo de coordenação do trabalho o conhecimento teórico a respeito da produção JIT e da focalização da produção. Além disso, devem ser enfatizados os ganhos de competitividade que podem ser obtidos pelas empresas que passam a trabalhar de forma focalizada. Visitas a empresas que já adotaram a produção JIT são importantes, para identificação das ferramentas empregadas e dos ganhos obtidos.

Nesse momento, cada passo do modelo para focalização da produção deve ser explicado, seguido da montagem de um cronograma para o desenvolvimento das ações previstas nesse modelo.

2.8.3 Princípios dos Times

Os empregados são extremamente importantes para a organização. Com a implantação de novos conceitos, a empresa deve ter como princípios o respeito à individualidade e potencialidade dos membros do time. Deve sempre aumentar a flexibilidade e conhecimentos dos mesmos por meio de treinamentos e rodízio entre eles, buscando o nivelamento e envolvimento do grupo, delegando autoridade e responsabilidade, capacitando os membros para a tomada de decisão nos aspectos que afetam o time, observando que a união das habilidades de cada empregado compõe a força do Time Integrado de Manufatura.

2.8.4 Definição dos Objetivos

Cada empresa, ao optar por utilizar a focalização da produção com células de manufatura, deve definir os objetivos que espera alcançar com a aplicação dessa ferramenta de engenharia de produção. Existem alguns objetivos que são padrão para todas as empresas que empregam a focalização da produção, por fazerem parte dos princípios que nortearam o desenvolvimento dessa ferramenta. Além desses, cada empresa em particular deve definir seus objetivos específicos. No momento em que esses objetivos são compartilhados com os demais colaboradores, todos passam a saber que resultados são esperados e têm claro o caminho a percorrer em busca da implantação de um sistema eficiente, com produção focalizada.

Em sua pesquisa com 46 plantas potenciais usuárias da focalização da produção, Wemmerlöv (1997, p. 29-49) tabulou as principais razões que levam as empresas a introduzir a focalização da produção com células de manufatura nos seus sistemas de produção. Esses dados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 Razões para o estabelecimento da focalização da produção (Wemmerlöv 1997)

Posição	Razão	Nota
(1)	Reduzir o tempo de atravessamento	4.51
(2)	Reduzir o estoque em processo	4.33
(3)	Melhorar a qualidade peça/produto	4.22
(4)	Reduzir o tempo de resposta aos pedidos dos clientes	4.22
(5)	Reduzir as distâncias/tempos de movimentação	4.14
(6)	Melhorar a flexibilidade da manufatura	3.81
(7)	Reduzir os custos unitários	3.80
(8)	Simplificar as funções de PCP	3.62
(9)	Facilitar o envolvimento dos empregados	3.57
(10)	Reduzir os tempos de setup	3.43
(11)	Reduzir os estoques de produtos prontos	3.41

Observação: O item nota varia em uma escala de 1 a 5 (1 = não importante; 5 = muito importante), atribuída pelas empresas a cada um dos fatores avaliados.

Nessa pesquisa, as empresas também apresentaram os seus objetivos particulares com relação à implantação da focalização da produção com células de manufatura:

- Redução do espaço para manufatura;
- Melhor utilização da força de trabalho;
- Redução dos problemas gerenciais;

- Melhoria da organização na área de manufatura;
- Aumento da satisfação dos empregados.

Essa pesquisa apresenta uma idéia clara dos fatores que podem ser melhorados com a utilização da focalização da produção com células de manufatura.

2.9 Análise do Sistema de Produção Atual

Este é o momento em que as pessoas envolvidas no projeto do novo arranjo físico devem buscar entender o sistema de produção utilizado na empresa, para determinar que problemas devem ser colocados como prioridades, para serem resolvidos no novo sistema a ser desenvolvido. Para isso, é importante que se verifiquem os estoques na fábrica (estoques em processo, produtos acabados, matérias-primas, etc.), posicionamento das máquinas e dos operadores, forma de trabalho dos operadores, além da análise dos dados quantitativos que darão suporte ao dimensionamento do novo sistema de produção focalizado.

Para se efetivar uma análise do sistema de produção atual, propõe-se três etapas de trabalho a serem cumpridas. Essas etapas são: obtenção de dados; análise do ambiente de produção e; cálculo das medidas de desempenho. Nos itens seguintes, estas etapas serão descritas detalhadamente.

2.9.1 Obtenção de Dados

Os problemas de arranjo físico estão relacionados a dois elementos básicos: produtos (ou material, ou serviço) e quantidades (quanto de cada item deve ser produzido). Isto se deve ao fato de que as instalações físicas de uma fábrica são organizadas com a finalidade de permitir a produção de alguns tipos determinados de produtos em uma certa quantidade e da melhor forma possível (menor custo, maior qualidade, etc.). Abaixo, apresentamos cada um dos elementos importantes na análise de um sistema de produção:

- Disposição do *layout* atual: a análise do *layout* atual é fundamental, pois permite que se tenha uma visão global de todos os processos utilizados pela empresa. Por meio do desenho do fluxo de fabricação dos produtos é possível visualizar as perdas que ocorrem no sistema em função da movimentação das

peças entre os recursos ou máquinas. Além disso, pode-se visualizar a complexidade do sistema produtivo e utilizar a descrição de fluxo sobre o *layout* como ferramenta para se sensibilizar o grupo envolvido no projeto a respeito da necessidade de melhorias. É importante que sejam representadas todas as máquinas utilizadas na empresa, assim como a elaboração de uma tabela que relacione o nome e as dimensões de cada máquina. Deve-se observar, ainda, o tipo de resíduos produzidos pelas máquinas durante a sua utilização, em função da legislação de segurança no trabalho, verificando possíveis restrições para o agrupamento celular e a facilidade de movimentação das máquinas, fator também restritivo de agrupamento. É importante, também, observar as restrições físicas impostas por paredes, portas e colunas à montagem do *layout*.

- Árvores de produto: as árvores de produto relacionam todas as peças e insumos utilizados na confecção de um produto. Essas relações devem ser representadas de forma hierárquica, sendo elaboradas a partir dos produtos finais, subconjuntos, peças e, finalmente, matéria-prima. Pela análise das árvores de produto, verifica-se a estruturação completa de um produto, o que é fundamental para a elaboração dos roteiros de fabricação. A construção de uma árvore de produto, desde que se entenda a hierarquização dos processos, não apresenta maiores dificuldades. A utilização de um sistema de codificação adequado à montagem de um sistema que explore a semelhança das peças facilita a construção da árvore e a implantação de sistemas de planejamento de materiais do tipo MRP.
- Quantidades produzidas: a análise das quantidades produzidas mensalmente permite que se faça uma projeção em relação a produção e demanda, com a finalidade de ajustar o sistema de produção para atender, da melhor forma possível, ao mercado consumidor da empresa. A partir dessa análise e projeção de necessidades de produção, utilizam-se os dados sobre quantidades produzidas para a definição dos tamanhos de lotes de peças a serem produzidos pela empresa. Esses dados permitem o cálculo dos tempos de ciclo das peças. Os dados referentes às quantidades produzidas permitem também a determinação dos produtos mais importantes do ponto de vista da produção, por meio de uma análise abc em um gráfico de Pareto. Os produtos principais terão o ajuste do seu fluxo de produção priorizado na definição do *layout*

- Roteiros de fabricação: o roteiro compreende um processo, suas operações, equipamentos e seqüência de trabalho. Os roteiros definem as máquinas que devem ser utilizadas no processo de transformação da matéria-prima e as necessidades de transporte entre as operações de um processo. Além disso, os roteiros de fabricação são fundamentais para a montagem das células, por meio da utilização da tecnologia de grupo; portanto, é importante que sejam documentados de forma confiável. Os roteiros também servem como guias ao processo de cronometragem das operações.
- Tempos das operações: os tempos de processamento das peças são de grande importância, e são utilizados com diversas finalidades, nas empresas. Os tempos de produção definem as quantidades de máquinas necessárias ao processo, o que leva à definição de espaço e mão-de-obra necessários, e também ao balanceamento das operações. Nos sistemas de custeio, são básicos para a determinação dos custos de fabricação. Na metodologia proposta, são dados de entrada para a simulação computacional, e devem ser os mais confiáveis possíveis, de modo que a simulação realmente seja uma reprodução da realidade do sistema produtivo modelado. Os tempos de *setup* também são importantes e devem ser considerados e coletados com o mesmo cuidado dedicado aos tempos de processamento, pois terão interferência direta na definição dos tamanhos de lote, na definição das necessidades de máquinas e nos *lead times*.

Por meio da análise desses itens, deve ser definido o modelo de arranjo físico que melhor se encaixe ao tipo de bens produzidos pela empresa.

2.9.2 O Ambiente de Produção

É extremamente importante, que durante o processo de análise do sistema de produção da empresa, seja dedicada atenção especial a questões relativas ao ambiente de produção, pois a ocorrência de qualquer problema em questões relativas a este item pode prejudicar bastante o processo de focalização da produção com células de manufatura, ou a implantação de qualquer outra técnica de engenharia de produção. Os seguintes pontos devem ser analisados:

- Motivação dos trabalhadores: deve ser identificado o grau de motivação dos operários em relação à proposta de modificações no sistema de produção da empresa. A obtenção desta indicação não é difícil de ser alcançada, pois, em

uma simples conversa informal com os funcionários, é possível identificar o seu nível de satisfação com relação a remuneração, satisfação na realização das tarefas, relacionamento entre colegas, e satisfação com relação ao sistema de gerenciamento da empresa. É importante obterem-se dados a respeito do resultado de tentativas anteriores de modificação ou implantação de alguma outra técnica de engenharia de produção na empresa. Com um índice de motivação baixo por parte dos funcionários, a implantação das alterações no sistema de trabalho da empresa pode se tornar bastante penosa, ou até mesmo impossível de ser realizada;

- Grau de instrução dos trabalhadores: este é um indicador necessário para o dimensionamento da necessidade e forma de como vai se ministrar o treinamento relativo à focalização da produção com células de manufatura para a força de trabalho. Quanto menor for o grau de instrução, mais detalhado e demorado será o período de treinamento dos funcionários. É importante frisar, nesse momento, que, com a evolução dos equipamentos e dos métodos de trabalho nas empresas, o aumento do nível de escolaridade dos funcionários deve ser considerado um ponto estratégico para a sua sobrevivência;
- Nível de participação da alta gerência: qualquer modificação no sistema de produção de uma empresa pode ser considerada impossível, quando não há participação decidida da alta gerência. Portanto, é fundamental uma noção clara do nível de envolvimento da gerência no processo. Infelizmente, ao contrário do que acontece com os funcionários, a percepção do nível de satisfação da gerência com o processo de mudanças somente é percebido ao longo do tempo, de forma lenta.

2.9.3 Cálculo das Medidas de Desempenho Atuais

As medidas de desempenho servem para se fazer uma medição da distância entre as metas planejadas por uma determinada empresa e os resultados efetivos alcançados. Em um sistema de gerenciamento como o proposto no TQC (Controle da Qualidade Total), os resultados dessa medição vão indicar os pontos que devem ser tratados, para uma melhoria de performance.

O gerenciamento e avaliação de desempenho dos times integrados de manufatura são feitos utilizando-se de indicadores de manufaturas, implementados durante a implantação das células de manufaturas, com o objetivo de facilitar o

gerenciamento do time e a base para análise dos resultados, sendo utilizados, em especial: o indicador de gerenciamento da qualidade (FTTC - Fazer Certo da Primeira Vez); o indicador de gerenciamento das máquinas, que determina a disponibilidade e a efetividade das máquinas (OEE - Efetividade global dos equipamentos); o indicador de gerenciamento da programação da produção (BTS – *Built to Scheduled*), que determina a construção conforme o programado e o indicador de gerenciamento do fluxo do processo (DTD – *Dock to Dock*), que gerencia o tempo de fabricação do produto de doca a doca, com objetivo da formação de estoques intermediários, eliminando custo de espera.

2.10 Projeto do Layout

Nesta seção serão apresentados os passos que devem ser seguidos para se projetar um *layout* focalizado com células de manufatura, as quais serão montadas a partir da utilização da tecnologia de grupo. Estes passos são: aplicação da tecnologia de grupo; análise das restrições aos agrupamentos, e; projeto de *layout* focalizado.

2.10.1 Aplicação da Tecnologia de Grupo

O primeiro passo a ser tomado para a aplicação da tecnologia de grupo é a reunião de todos os dados de entrada necessários para este fim. Esses dados dependem do tipo de técnica que vai ser utilizada para se fazer a formação das células. A escolha da técnica vai depender da análise necessária para os dados relativos aos agrupamentos e da disponibilidade, na empresa, de pessoal com conhecimento suficiente de tecnologia de grupo, além de recursos computacionais compatíveis com as necessidades previstas para o bom funcionamento do software escolhido, quando for o caso.

Segundo Silveira (1994), na montagem de grupos para sistemas FMS devem ser utilizadas técnicas que proporcionem resultados bem precisos, pois os erros de avaliação na elaboração de sistemas deste nível costumam ser bastante significativos, financeiramente. Silveira (1994) apresenta também uma tabela com as características de alguns métodos, visando facilitar a opção por algum deles. Esse guia está representado na Tabela 3.

A dificuldade para obtenção dos dados de entrada varia com o nível de organização da empresa. Nas empresas mais desenvolvidas, os dados relativos a roteiros de fabricação e tempos de processo encontram-se armazenados em sistemas computacionais que usam softwares do tipo CAPP (*Computer Aided Process Plan*). Em empresas menos desenvolvidas, esses dados nem sequer estão documentados, de forma que os operários executam os processos sem padronização e, nesse caso, torna-se um trabalho bastante extenso, a aplicação da tecnologia de grupo.

Tabela 3 Comparação entre as características de alguns métodos de agrupamento. (Silveira 1994)

Parâmetro	Método	Análise Classificação		Coeficiente de Similaridade	Arranjo de Matriz	Programação Matemática
		Visual	Codificação			
Diversidade	Baixa	X		X		X
	Alta		X		X	
Acuracidade	Baixa	X				
	Alta		X	X	X	X
Agrupamento	Peças	X	X	X		X
Desejado	Máquinas			X		X
	Simultâneo				X	X
Custo	Baixo	X		X	X	
	Alto		X			X
Eficiência	Baixa	X				
	Alta		X	X	X	X
Decisão	Baixa		X			X
Pessoal	Média			X	X	
	Alta	X				
Computação	Desnecessária	X				
	Necessária		X	X	X	X

2.10.2 Restrições aos Agrupamentos

Inicialmente, é importante que sejam detectadas as peças consideradas problemáticas para o arranjo, em função de necessitarem processamento em máquinas que não foram designadas para a fabricação da família na qual essas peças foram classificadas. Tais peças são chamadas de exceções e, em função de uma análise de custos, devem ter a sua fabricação terceirizada ou não.

As restrições físicas impostas pela área na qual a empresa está instalada também devem ser analisadas, a fim de se evitar problemas durante a execução do projeto de *layout*. Costumam apresentar problemas para a definição de *layout* as colunas dentro da área, além de paredes, largura dos corredores de movimentação, portas e aberturas. Em alguns casos, essas restrições podem ser removidas; em outros, não. As máquinas de grande porte, com difícil movimentação, devido ao seu peso e fundações, também devem ter o seu posicionamento analisado detalhadamente.

2.10.3 O Projeto de *Layout* Focalizado

É fundamental que o processo de desenvolvimento do primeiro e do último projeto de *layout* seja feito de forma iterativa e interativa. Desenvolve-se o primeiro projeto e ele é apresentado ao grupo de trabalho, para que os problemas possam ser visualizados, e as sugestões do grupo, apresentadas. Parte-se para o segundo projeto, o qual, depois de concluído, é apresentado ao grupo, para nova análise. Segue-se dessa forma até que se chegue ao melhor projeto em relação às restrições existentes. Quanto maior participação do grupo houver nesta etapa, mais rápido se chegará ao resultado desejado.

A execução dos desenhos com a utilização de um sistema de CAD (*Computer Aided Design*), facilita a mudança de posição dos elementos do *layout* durante o processo de construção do melhor projeto. Para facilitar a apresentação do projeto e auxiliar no treinamento de pessoal, em grandes projetos, é interessante que se faça um modelo do *layout* tridimensional, com uso de maquetes.

2.11 Simulação da Proposta de *Layout*

Após a definição da melhor possibilidade de *layout* focalizado, deve-se passar para a elaboração do projeto de simulação. Os passos são:

- Definição do problema;
- Planejamento do projeto;
- Definição do sistema;
- Formulação conceitual do modelo;
- Projeto experimental preliminar;
- Preparação dos dados de entrada;
- Tradução no modelo;
- Verificação e validação;
- Projeto experimental final;
- Experimentação;
- Análise e interpretação;
- Implementação e documentação.

Durante o desenvolvimento do projeto, há uma série de parâmetros que precisam ser definidos. Além disso, nessa etapa devem ser calculadas as medidas de desempenho, com utilização dos dados resultantes da simulação.

2.11.1 Definição dos Parâmetros do Modelo

Os parâmetros do modelo são todas as variáveis independentes que devem ser definidas para que o modelo de simulação seja executado e gere os resultados planejados. O número dessas variáveis depende, logicamente, da quantidade de elementos que serão estudados, como, por exemplo, transporte (tipo, quantidade, etc.).

Nesse caso, o número de máquinas e o seu posicionamento na área fabril terão a sua definição inicial determinada no projeto de *layout* para a simulação. As demais variáveis a serem definidas são as descritas abaixo:

- Intervalo entre produção de itens: esta variável indica a frequência de fabricação de cada produto. Inicialmente é definida de acordo com o histórico de produção da empresa. Após o teste do comportamento das demais variáveis, pode ser alterada, para verificar-se a possibilidade de aumento de produção em função das modificações no sistema produtivo;
- Tamanho de lote: o tamanho de lote determina as quantidades padrão para produção e movimentação de cada uma das peças e produtos fabricados na empresa. Quanto menor puder ser o tamanho de lote, menor será o "lead time" de produção. Todavia, tamanhos de lote pequenos só podem ser alcançados em sistemas produtivos com baixo tempo de *setup*;
- Transporte: as variáveis relativas ao modo de transporte dos elementos no modelo são: tipo de transporte (correia transportadora, empilhadeira, operário transportador), quantidade de cada elemento de transporte servindo dentro do sistema, velocidade de transporte e percurso de transporte.

Esses parâmetros serão alterados após a execução da simulação, caso os resultados planejados não sejam alcançados.

2.11.2 Cálculo das Medidas de Desempenho

O cálculo das medidas de desempenho é realizado por meio dos resultados apresentados pelos relatórios dos pacotes de simulação. Depois de calculadas, elas devem ser comparadas com as medidas de desempenho atuais da empresa. Se os resultados estiverem compatíveis com os objetivos globais definidos, deverão ser avaliados os ganhos potenciais que serão obtidos com a implantação do novo sistema. Caso os resultados não sejam satisfatórios, o processo deve ser repetido a partir do projeto do *layout*. Este ciclo deve ser repetido até que os objetivos sejam alcançados.

2.12 Implantação do Novo *Layout*

A partir do momento em que o projeto de *layout* tenha sido simulado e os seus parâmetros estejam definidos, inicia-se para a etapa de implantação do novo *layout*. A etapa de implantação pode ser dividida em outras três; avaliação dos ganhos potenciais, definição da área piloto/implantação e expansão da implantação. A seguir detalharemos essas etapas.

2.12.1 Avaliação dos Ganhos Potenciais

Por meio da comparação dos indicadores de desempenho obtidos na simulação com os indicadores de desempenho atuais da empresa, podem ser mensurados os ganhos potenciais, que serão obtidos com a implantação do novo sistema de produção focalizado com células de manufatura.

Os dados resultantes dessa comparação são fundamentais, no sentido de se justificar economicamente as modificações. Em função disso, pode-se alavancar os recursos financeiros necessários para a execução das alterações necessárias.

2.12.2 Definição da Área Piloto / Implantação

A definição de uma área piloto é fundamental para que os trabalhadores se familiarizem com a forma de trabalho em células, e também é útil para servir como instrumento para treinamento prático aos demais funcionários da empresa.

Além disso, os riscos envolvidos na introdução da focalização da produção com células de manufatura de uma única vez tendem a ser elevados. De acordo com Silveira (1994), a definição da área piloto deve levar em conta a análise das seguintes características:

- Lucratividade da área em relação ao total;
- Volume de produção da área;
- Diversidade de máquinas e componentes;
- Qualificação e envolvimento do pessoal;
- Grau de interferência da área nos diversos outros fluxos produtivos.

Seguindo a definição da área piloto, deve ser realizada uma análise dos custos envolvidos no processo de execução das modificações, a fim de se definir se as modificações serão realizadas com recursos próprios da empresa ou se esta parte do projeto será terceirizada para uma empresa especializada em alterações de arranjo físico. Nos custos envolvidos, além dos referentes a movimentação de máquinas, devem ser computados os custos de reparo, pintura ou sinalização das máquinas e instalações, acréscimo de acessórios nas máquinas (novos dispositivos, alimentadores, etc.), modificações em aberturas, etc.

Após a definição a respeito de como será feita a implantação, deve ser elaborado um cronograma de trabalho que relacione datas, tarefas e os responsáveis pela execução de cada uma das atividades previstas. Os desenhos relativos ao projeto do *layout* (disposição das máquinas, alterações de planta elétrica e hidráulica, etc.) devem ser reunidos e disponibilizados ao pessoal que irá executar as modificações. Será bastante conveniente que o período para alteração do *layout* seja durante as paradas anuais da empresa, pois, dessa forma, evita-se o transtorno da interrupção da produção.

Precedendo a implantação da área piloto, deve ocorrer o treinamento das pessoas envolvidas no projeto. Nessa fase de treinamento devem ser passadas para os operários todas as diferenças existentes entre o trabalho dentro de um ambiente de produção convencional e trabalho baseado em células de manufatura. A questão da polivalência, necessidade de o trabalhador estar apto a operar diversos tipos de máquinas, deve ser bastante enfatizada e justificada.

Além disso, devem ser solidamente ensinadas para eles as técnicas para Análise e Solução de Problemas, as quais permitirão a sua atuação efetiva no gerenciamento da área de trabalho. O período de treinamento deve ser bem planejado, para evitar-se que fiquem muitas dúvidas, entre os gerentes, supervisores e operários sobre os procedimentos de trabalho no novo sistema. Quanto mais eficiente for o treinamento, mais rapidamente a área selecionada retornará para uma situação de "normalidade" operacional.

Os gerentes e supervisores, os quais deverão treinar os operários, precisam passar a exercer a sua função como técnicos de um time que busca bons resultados coletivamente. É fundamental que se elimine o conceito, existente em muitas empresas, dos "chefes" que muitas vezes nem têm um conhecimento adequado do processo que gerenciam e que se notabilizam por estarem constantemente "apagando incêndio" e procurando culpados para os erros que

ocorrem na sua área. Isso cria um clima destrutivo na organização, impedindo o surgimento de um ambiente propício à melhoria contínua (*Kaizen*).

Segundo Al-Shagana (1997, p.4-8), um dos fatores que prejudicaram bastante o sucesso da focalização da produção com células de manufatura na empresa BAL Ltda. foi a manutenção do comportamento dos gerentes da empresa, que permaneceu semelhante ao utilizado no sistema clássico de trabalho. O autor também sugere que constem, nos conteúdos apresentados para os gerentes, durante o período de treinamento, os seguintes tópicos: teoria sobre tecnologia de grupo, conceitos sobre focalização da produção e sobre o gerenciamento das mudanças. Paralelamente ao treinamento, os gerentes e supervisores devem, continuamente:

- Motivar o seu grupo de trabalho;
- Reconhecer e recompensar o grupo de trabalho (não necessariamente financeiramente);
- Estimular continuamente as iniciativas do grupo;
- Desenvolver um ambiente onde as mudanças sejam bem-vindas e novas idéias sejam encorajadas;
- Dar oportunidade para o desenvolvimento dos indivíduos;
- Entender as mudanças conforme as necessidades dos clientes.

2.12.3 Expansão da Implantação

Depois de consolidada a focalização da produção com células de manufatura na área piloto, o processo de modificação do sistema de produção deve ser estendido às demais áreas da empresa, conforme o projeto elaborado. Lubben (1989, p.36) refere que, à medida que o projeto piloto for bem sucedido, ocorrerá um interesse nos outros grupos da empresa, passando a ocorrerá uma internalização natural do processo para outras áreas.

2.13 Gerenciamento do Sistema

Depois de realizada a implantação do novo layout o sistema necessitará de um monitoramento constante, por meio de um sistema de controle, com a finalidade

de se garantir a sua estabilidade. As principais questões que precisarão ser controladas nesse novo sistema são:

- Ciclo de trabalho nas células: em função das variações de demanda, deve ser utilizada a flexibilidade proporcionada pelas células, para se aumentar ou reduzir o número de trabalhadores em cada uma das células;
- Acúmulos de estoque em processo: o acompanhamento dos acúmulos de estoques na fábrica, a partir da focalização da produção com células de manufatura, é um indicador de problemas, os quais após, resolvidos, garantirão uma performance superior para o sistema;
- Manutenção dos equipamentos: com a restrição às grandes quantidades de estoques, proposta no modelo japonês, as máquinas devem estar sempre prontas a produzir com a sua capacidade total. Se o sistema de manutenção não garantir boas condições às máquinas, a manufatura não terá uma boa performance. Em função disso, a manutenção passa a ser estratégica e prioritária, na organização.

Para se realizar esse acompanhamento, há uma série de requisitos importantes relativos à forma de gerenciamento do sistema. Esses requisitos são: acompanhamento das medidas de desempenho; ambiente gerencial adequado e utilização de ferramentas eficientes para análise e solução de problemas pelos funcionários. Nos tópicos seguintes será abordado cada um desses pontos.

2.13.1 Acompanhamento das Medidas de Desempenho

As medidas de desempenho indicam uma posição a respeito da performance de um sistema de produção, portanto elas devem ser constantemente monitoradas dentro de um ambiente gerencial da qualidade total, de forma que anomalias no sistema sejam detectadas e solucionadas.

Dessa forma, garante-se que os objetivos planejados para o sistema de produção sejam compatíveis com os resultados efetivamente produzidos pelo sistema de produção utilizado.

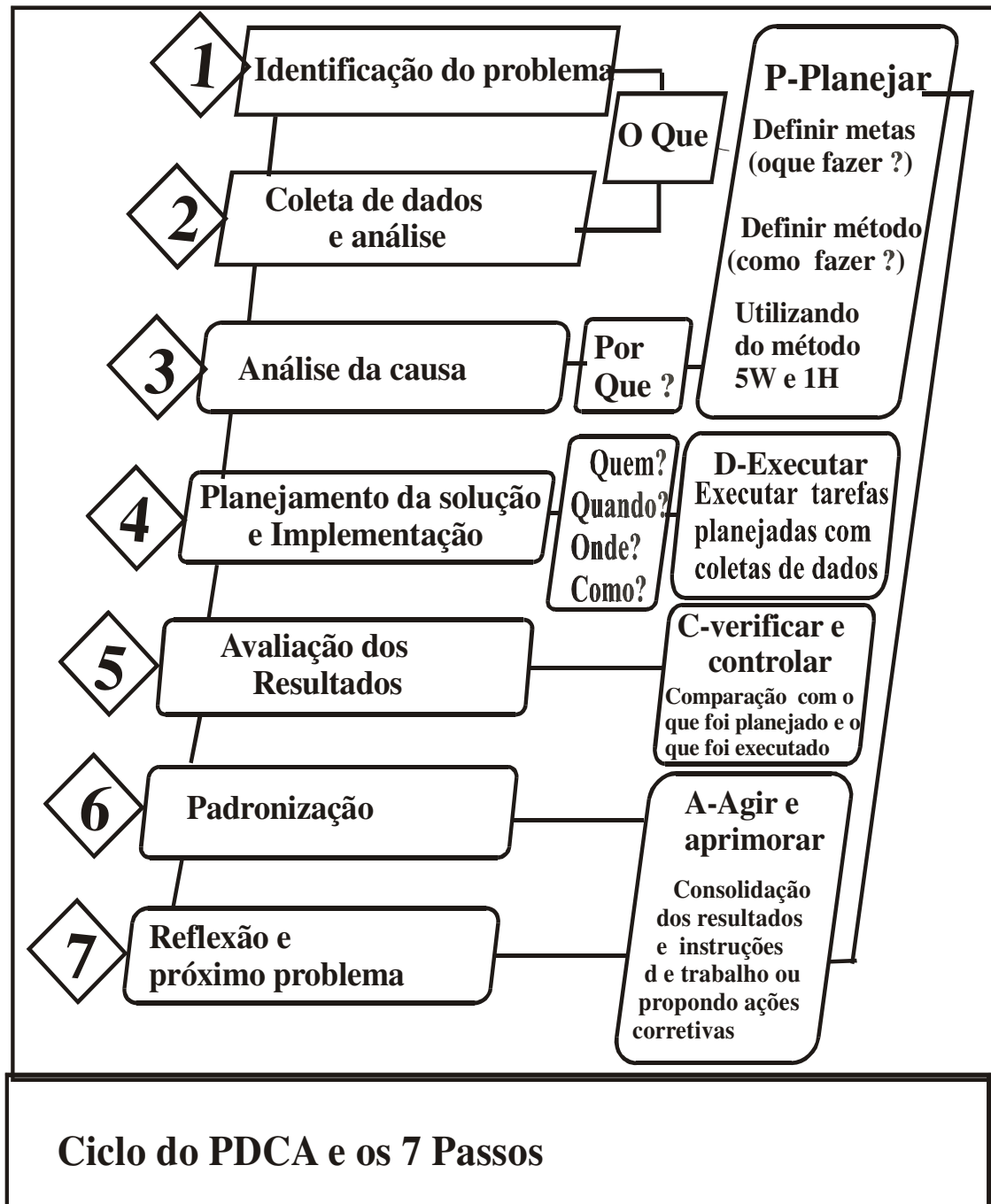
2.13.2 Ambiente Gerencial

Na base da produção JIT (dentro da qual está inserida a focalização da produção) está o Controle da Qualidade Total (TQC), que deve ser o ambiente gerencial em empresas que procurem a máxima eficiência por meio da utilização das ferramentas do referido sistema.

A ferramenta gerencial proposta pelo TQC é o PDCA, composto por quatro etapas básicas seqüenciais: planejar (*Plan*), executar (*Do*), Verificar (*Check*) e agir corretivamente (*Action*). Segundo Tubino (1997), a proposta do TQC é de que cada pessoa na empresa empregue o ciclo PDCA no gerenciamento das suas funções, garantindo o atendimento dos padrões. Deve ser também aplicado com relação aos pontos de controle, para garantia da performance satisfatória da produção focalizada.

Em cada alteração nos produtos que são fabricados pela empresa ou nas quantidades solicitadas pelo mercado (demanda), o sistema terá que ser reprojetoado, diferentemente do que acontece nos sistemas convencionais, em que os departamentos somente recebem equipamentos novos ou mais modernos, em função das variações na demanda.

Dessa forma, é fundamental este sistema de gerenciamento via PDCA, cujas alterações nas medidas de desempenho possam ser rapidamente detectadas. Assim o ciclo do PDCA (Figura 10), possibilita a identificação e uma análise do problema, definindo o método de solução do problema, com planejamento e envolvimento de uma equipe, propondo ações corretivas e avaliando os resultados para evitar a recorrência do problema.



Fonte: Robbins (2001, p. 207)

Figura 10 Ciclo do PDCA e os 7 Passos

3. METODOLOGIA

3.1 Implantação dos Times Integrados de Manufatura e indicadores de manutenção da qualidade (FTTC) na Ford - Taubaté área de usinagem

No início de 1995, a Ford Motor Company decidiu instalar duas novas operações na Fábrica de Taubaté: uma de Montagem de Motores e outra de Transmissões. As novas operações iniciaram suas atividades no segundo semestre de 1996, com um novo escopo organizacional denominado TIM - Times Integrados de Manufatura.

A antiga Fábrica de Chassi, a partir de 1997, decidiu implantar o conceito de Time Integrado de Manufatura em suas atividades produtivas abrangendo toda a área de usinagem, onde ocorrem as limitações do estudo proposto.

Time Integrado de Manufatura resume a habilidade para trabalhar em equipe, com uma visão comum, integrando objetivos individuais aos organizacionais. A integração no Time é que faz com que pessoas comuns alcancem resultados incomuns.

O sistema organizacional, estruturado em Times Integrados de Manufatura, tem por objetivo otimizar a dedicação, o conhecimento, habilidades e experiência dos integrantes da célula de manufatura, resumindo-se em vantagens competitivas, em um mercado consumidor, com concorrência crescente.

3.2 Formação dos Times

A formação dos Times Integrados de Manufatura (TIM) segue os conceitos do sistema de produção JIT (*Just-in-Time*), seguindo os procedimentos corporativos do FPS (*Ford Production System*), utilizando indicadores de desempenho da produção para a verificação dos objetivos propostos, e utilizando a Tecnologia de Grupo para a

formação de células de manufatura. Nas próximas seções será detalhada cada uma das etapas propostas no modelo para implantação dos times.

3.3 Desenho organizacional

3.3.1 Conceito de Time

Com a finalidade de alcançar o objetivo da Ford de ser a líder mundial no mercado automotivo, frente à realidade atual do mercado de concorrência e da necessidade redução de custo, a Cia. precisou reestruturar sua forma de trabalho em um novo modelo organizacional e, com isso, utilizar, de maneira mais ampla, as habilidades, conhecimentos e nível educacional de cada empregado, proporcionando-lhes crescimento profissional e satisfação.

Essa reestruturação denominou-se "Times Integrados de Manufatura". Está sendo aplicada nas áreas produtivas da Fábrica de Motores, Chassi, Transmissões e Fundição, onde cada Time desenvolve um conjunto de tarefas, gozando de autonomia (*empowerment*) quanto aos métodos de trabalho para a realização da produção, manutenção, distribuição interna de atividades e alocação dos recursos existentes.

Os objetivos são: melhorar a comunicação e a qualidade dos produtos, aumentar a produtividade, reduzir custos, eliminar desperdícios, buscando sempre a melhoria contínua e mantendo um clima favorável entre os integrantes do Time. Como demonstra a Figura 11, em que o Time Integrado de Manufatura – TIM gerencia suas atividades, suportado pela engenharia de processo e manutenção diretamente.

As atividades e gerenciamento do TIM estão alinhados com os objetivos macros da companhia, que são difundidos por meio de reuniões, nos vários níveis da empresa, desde a alta administração, até a área operacional, para fazer o cascadeamento. Essas reuniões são suportadas pela engenharia e gerência no chão de fábrica, onde o sistema organizacional, estruturado por células de manufatura deve ter as informações e os objetivos claros, para melhor envolvimento dos trabalhadores com os objetivos.

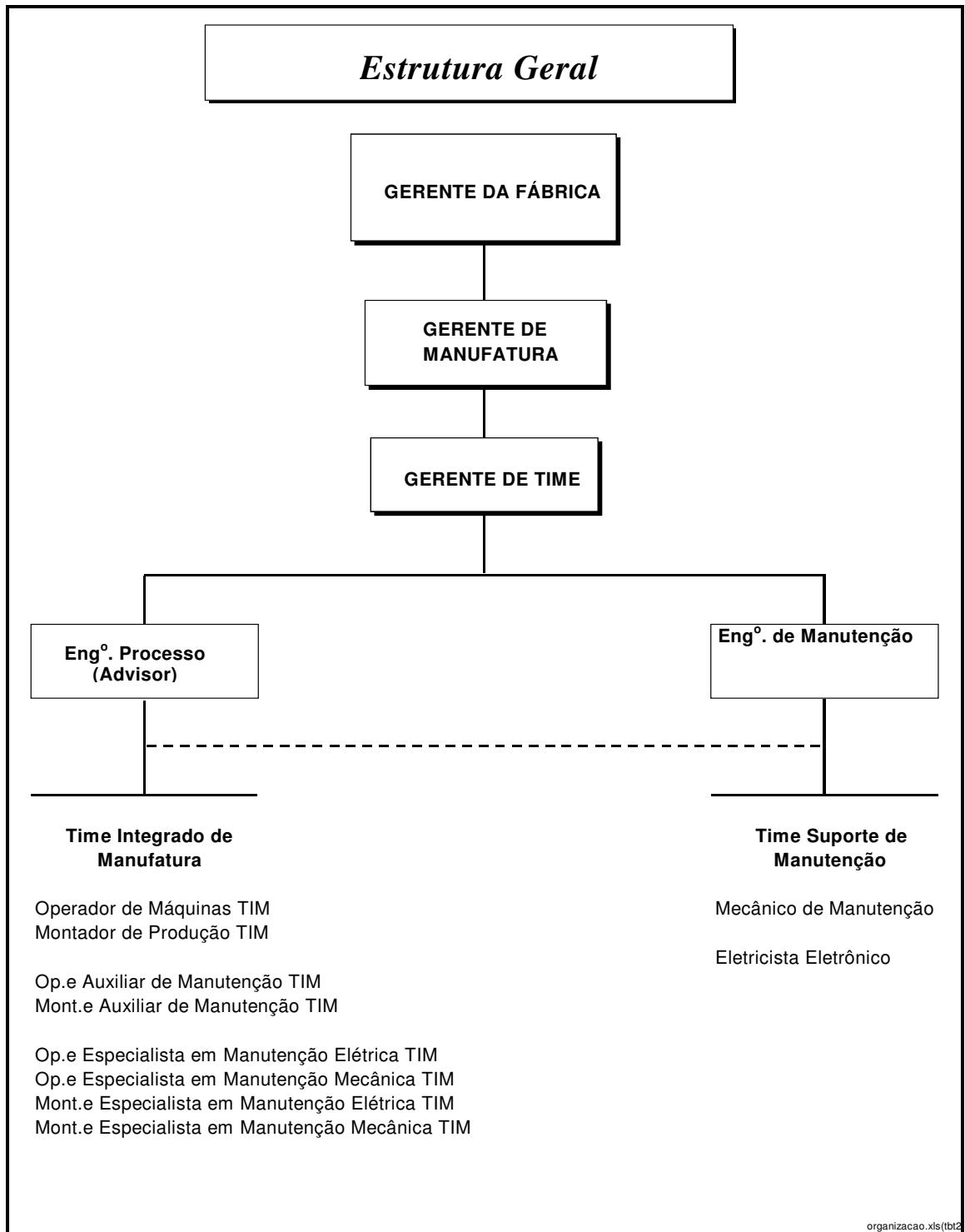


Figura 11 – Organização da Ford Taubaté – (Manual TIM/FPS 2001)

3.4 Implantação dos times

Em 1997, a Ford de Taubaté decidiu implantar o novo conceito de TIM na área de usinagem da Fábrica de Componentes - Chassi, empregando o modelo de células de manufatura em seu novo escopo organizacional.

A implantação desse modelo organizacional consistiu das seguintes etapas:

- Definir a quantidade de empregados e funções;
- Divisão da fábrica em células de manufatura;
- Formação dos Times Integrados de Manufatura;
- Treinamento técnico-operacional e administrativo;
- Introdução de indicadores no conceito do FPS;
- Gerenciamento dos times.

3.4.1 Definição da quantidade de empregados e funções

A engenharia industrial, por meio de levantamento e mapeamento do processo atual e estudos dos ciclos máquinas, e por meio de simulação, definiu o layout focalizado na produção com células de manufatura, estabelecendo a quantidade de empregados e as funções necessárias, de forma a assegurar o processo produtivo.

Nessa etapa foi formada uma equipe de engenheiros e especialistas com experiência na implantação de times, com o objetivo de coordenar as etapas de implantação dos times, bem como transferir os conhecimentos e informações obtidas nos trabalhos de implantação desse modelo nas fábricas da Ford na Europa, onde estavam sendo introduzidos os conceitos do FPS (*Ford Production System*) no modelo de Times Integrados de Manufatura, com objetivo de auto-gerenciamento.

3.4.2 Divisão da Fábrica de Chassi em células de manufatura

A fábrica foi dividida em 9 times formando as células de manufatura, conforme as famílias de produtos e distribuição dos operadores e especialistas, e conforme

determinado pelos estudos desenvolvidos pela engenharia industrial, fundamentados na demanda de produção e ciclo de usinagem das máquinas necessárias ao processo.(Figura 12)

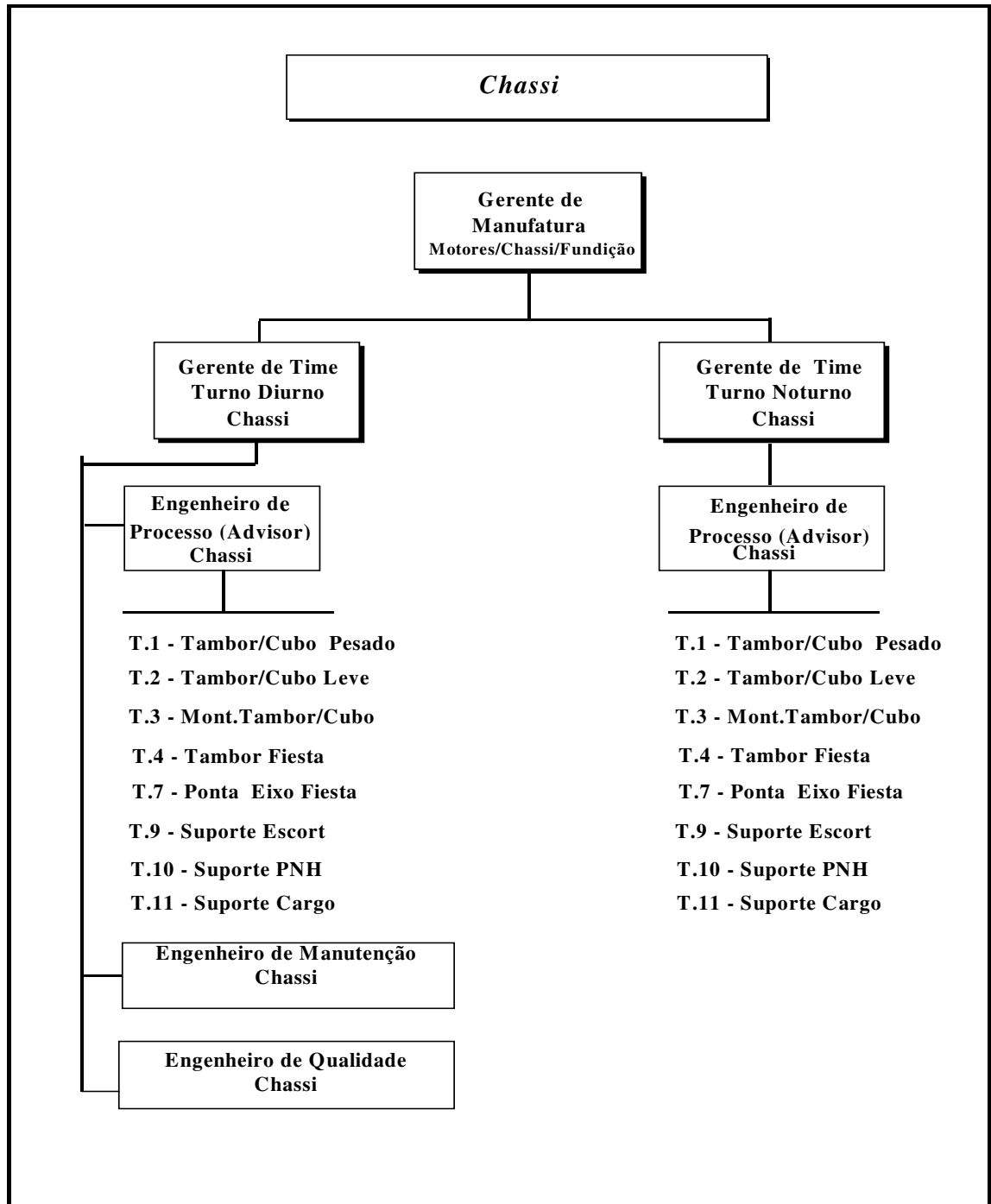


Figura 12 – Organização da Fábrica de Chassi – (Ford Taubaté – Manual TIM/FPS 2001)

3.4.3 Formação dos Times Integrados de Manufatura (TIM)

A formação dos grupos ocorreu com a coordenação do time de implantação, introduzindo os novos conceitos de focalização da produção com células de manufatura e com treinamento adequado, para obter-se capacidade e potencialidade dos membros do time. Formou-se também um time piloto, que difundiu as ferramentas administrativas para o nivelamento de conhecimento do time e treinamento de multiplicadores nos demais times.

O treinamento para o nivelamento de conhecimento, em uma primeira etapa, consiste em identificar o potencial e as necessidades. Isto foi feito por meio de divulgação, na fábrica, expondo as funções necessárias para compor o TIM, testes de conhecimento teórico e análise de currículos. Vencida essa etapa, os indivíduos, selecionados conforme a função a ser exercida no TIM, foram encaminhados para o SENAI, onde foram treinados durante um período de 08 meses, totalizando 800 horas de treinamento em: Eletricidade e Eletrônica básica, Hidráulica, Pneumática e Mecânica e área de manutenção. O objetivo foi habilitá-los como os elementos de manutenção preventiva e corretiva nos TIM.

Após esta fase, os empregados foram direcionados para os TIM e receberam novos treinamentos, com o objetivo de gerenciamento do processo e dos recursos materiais e humanos. Nessa etapa foram implantados as ferramentas administrativas e os indicadores do FPS (*Ford Production System*).

Em cada ferramenta administrativa foram aplicados em média 40 horas de treinamento em sala, com exposição clara dos objetivos de produção, logística, gerenciamento visual e organização, integração e relacionamento no ambiente de trabalho, disponibilidade de máquina, custo, integridade de dados relacionados com os indicadores, segurança e saúde, além do treinamento *on the job*. Assim, os empregados foram capacitados para a execução das atividades administrativas e operacionais, e fortaleceu-se o sistema para o autogerenciamento do TIM.

Essa etapa define a implantação de um novo modelo organizacional, tendo o time de implantação o respeito ao clima de mudança, pois todo o processo de alteração no modo de trabalho de uma empresa costuma gerar uma série de resistência. Este fato ocorreu com o novo modelo implantado, levando o time de implantação, com base na tecnologia de grupo, a promover treinamentos voltados ao envolvimento dos empregados, transmitindo-lhes os objetivos da nova composição

organizacional, com informações claras. Esse suporte também contou com o envolvimento da gerência.

3.4.4 Treinamento técnico-operacional e administrativo

Para integração dos times e introdução dos conceitos do FPS, foi necessária uma série de treinamentos técnico-operacionais adequados ao novo modelo, visando ao autogerenciamento do processo e utilizando ferramentas administrativas do sistema de produção FPS (OEE, FTTC, GV, IM, WG, etc), que têm por finalidade o gerenciamento do time por meio de indicadores. Este estudo focaliza com mais ênfase o FTTC, por ser o indicador de gerenciamento da qualidade no processo, que, somado ao Diário de Bordo, possibilita visualizar os problemas do TIM, relacionando as ocorrências com os demais indicadores de gerenciamento.

Com o novo modelo organizacional, os times trabalham com autonomia para planejar, coordenar e melhorar as condições de trabalho, com objetivo de segurança, qualidade, produtividade e eficácia global dos equipamentos, recursos humanos e enfoque no consumidor.

Para apoiar o gerenciamento dos times foram introduzidos indicadores da manufatura dentro do conceito do FPS, com treinamento específico para o suporte à implementação da melhoria contínua, definição e entendimento do princípio, coleta de dados e cálculos dos indicadores. Esses indicadores têm por finalidade servir como ferramentas administrativas dos times, para análises das ocorrências no processo produtivo, possibilitando, por meio da análise dos dados, a melhoria contínua no sistema produtivo e de qualidade.

Os principais indicadores introduzidos no sistema são:

- FTTC – Fazer Certo da Primeira Vez

É a percentagem de unidades que completaram o processo e que encontram os padrões de qualidade especificados na primeira vez, sendo o indicador de gerenciamento do sistema de qualidade. As Figuras 13 e 14 demonstram as planilhas de gerenciamento da qualidade introduzidas no TIM.

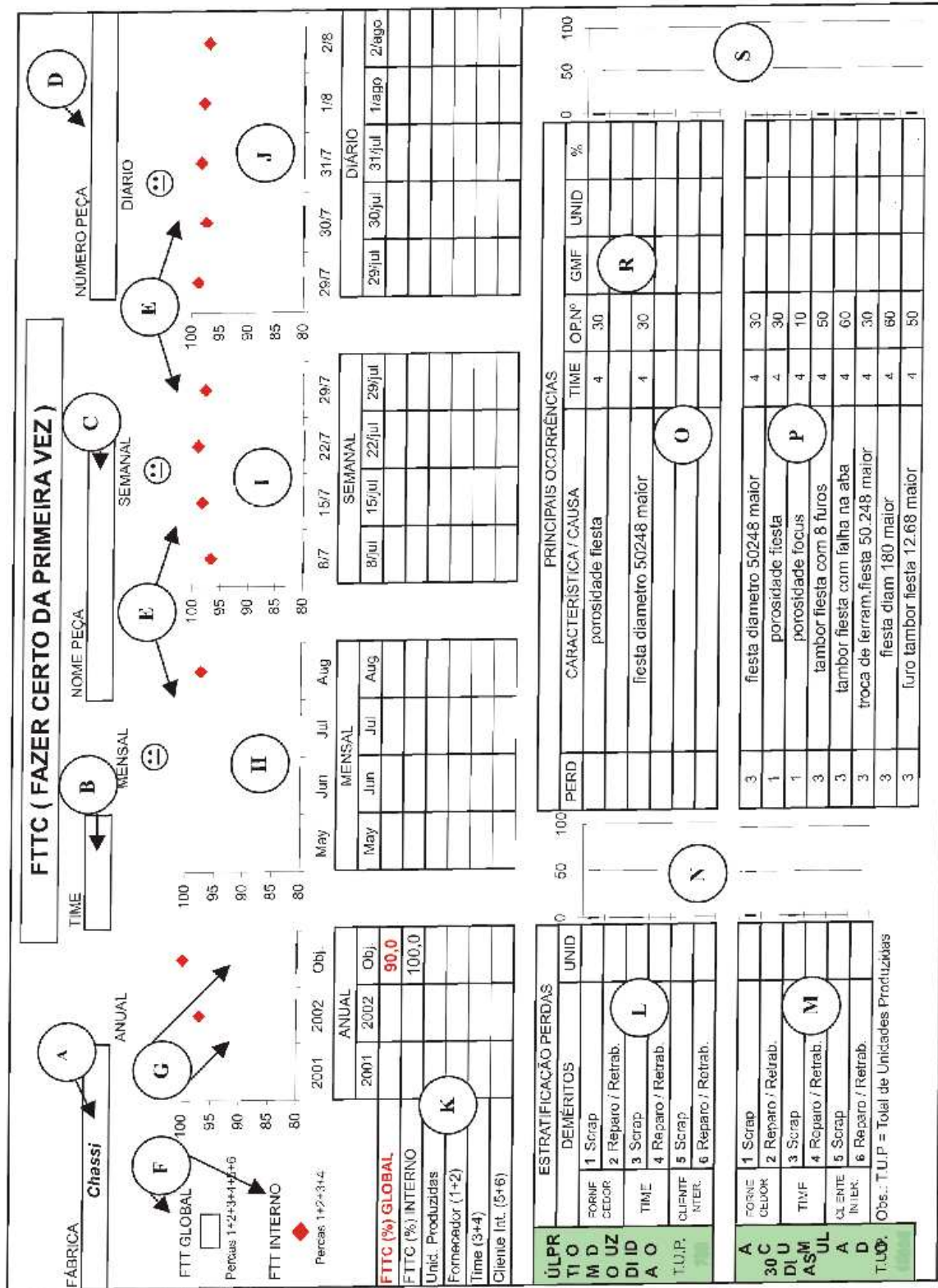


Figura 13 Planilha de Dados p/análise (Manual TIM/FPS Ford Taubaté 2001)

Descrição dos campos do indicador FTTC:

Campo A - Localização – área

Campo B - Número do time / célula

Campo C - Peça

Campo D - Número peça

Campo E - Status – resultado – gerenciamento visual do indicado

Campo F - FTTC Global e interno

Campo G - Visão gráfica dos resultados/objetivo FTTC no anterior e atual

Campo H - Visão gráfica dos resultados mensal %

Campo I - Visão gráfica dos resultados semanal %

Campo J - Visão gráfica dos resultados diários %

Campo K - Percentual do FTTC – turnos e geral

Campo L - Estratificação das perdas último dia produzido fornecedor/cliente/time/
scrap/retrabalho/reparo

Campo M - Estratificação das perdas acumuladas do mês fornecedor/cliente/time

Campo - Visão gráfica – relativo da estratificação das perdas

Campo O - Principais ocorrências do dia – time/op/turno

Campo P - Principais ocorrências do mês – time/op/turno

Campo S - Visão gráfica relativa das principais ocorrências

O FTTC é o indicador de gerenciamento da qualidade no processo produtivo, incorporando a filosofia de fazer certo da primeira vez, evitando retrabalho e desperdício. Sua implantação ocorreu de forma lenta, pois envolveu os operadores na coleta de dados, fato que determinou as seguintes etapas no processo de implantação

1. Elaboração do diário de bordo para coleta de dado na estação de trabalho (Figura 14)

DIÁRIO DE BORDO - OEE/FTTC

No. DO TIME	MÁQUINA	ET/ME	C	No. OPERAÇÃO	D	TURNO	1							2							3							DATA																
							OPERADOR							E							F								G															
NOME DA PEÇA			I			J			K			L			M			N			O			P			Q			R			S			T								
NÚMERO BÁSICO PEÇA			CICLO PADRÃO			HORÁRIO ENTRADA/SÁDIA			QUANTOS MINUTOS A			MÁQUINA PAROU DURANTE			O ALMOÇO/JANTAR			TOTALS			TOTALS			TOTALS			TOTALS			TOTALS														
HORAS DE TRABALHO			MIN / PEÇA			PEÇAS / HORA			18 / 19			16 / 17			15 / 16			14 / 15			13 / 14			12 / 13			11 / 12			10 / 11			09 / 10			08 / 09			07 / 08					
PRODUÇÃO REAL			RETRABALHO			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS			REBENTOS								
OCORRÊNCIAS/INCIDENTES			HORÁRIO INÍCIO OCORRÊNCIA			DISPONIBILIDADE			EXPERIÊNCIA			REUNIÕES			FALTA			MATERIA-PRIMA			DESCR. DO PROBLEMA (P)			/ SOLUÇÃO (S)			/ SOLUÇÃO (S)			/ SOLUÇÃO (S)														
INÍCIO DE PRODUÇÃO																																												
QUBERA																																												
TROCA DE MODELO																																												
TROCA / DESGASTE																																												
DE FERRAMENTA																																												
MAUTENÇÃO																																												
PROGRAMADA																																												
ESFERA E BLOQUEIO																																												
REUNIÕES																																												
FALTA																																												
MATERIA-PRIMA																																												
DESCR. DO PROBLEMA (P)																																												
/ SOLUÇÃO (S)																																												

Figura 14 Diário de Bordo OEE / FTTC - Manual de indicadores - Ford Taubaté

Campos de preenchimento e registro no Diário de Bordo

Campo A - Número do time/célula

Campo B - Máquina

Campo C - Número de inventário da máquina

Campo D - Número da operação

Campo E - Nome do operador

Campo F - Horário de trabalho

Campo G - Parada programada (almoço/jantar)

Campo H - Data da produção

Campo I - Nome da peça

Campo J - Número da peça

Campo K - Ciclo da máquina (peça /min)

Campo L - Quantidade/hora

Campo M - Produção hora/hora

Campo N - Perda por qualidade – hora/hora

Campo O - Início da ocorrência parada durante o turno

Campo Q - Tipos de perdas (disponibilidade e eficiência)

Campo R - Tempo gasto para solucionar o problema que gerou a perda/retornar em produção normal/Total em minutos perdidos e/número de ocorrências no dia

Campo Q - Descrição da ocorrência/solução do problema T - Total produzido no dia / Perda total ocorrida no dia

2. Elaboração de planilha eletrônica para análise e gerenciamento de dados (Anexo 2)

3. Treinamento sobre o FTTC e introdução do diário de bordo no time piloto. Figura 15

EXERCÍCIO - FTTC

1) Calcule a Capacidade de Produzir Certo da Primeira Vez dos Processos "A, B e C" representado abaixo:
 Obs.: (*) = Scrap (***) Reparo/retrabalho (***) Reteste

FUNDIÇÃO - Time A

Op. 10 Vazamento 3 * quebradas	Op. 20 Rebarbação 2 * porosidade	Op. 30 Magnaflux 3 * trincadas
---	---	---

	FORNECEDOR	TIME	CLIENTE INTERNO
SCRAP			
REPARO/RETRAB./RETESTE			
TOTAL			
TOTAL GERAL			

100 pcs ↓

$$FTTC (\%) = \frac{(\text{TOTAL DEMÉRITOS} - \text{TOTAL PRODUZIDO}) \times 100}{\text{TOTAL PRODUZIDO}}$$

FTTC (%) Time A = _____ =

MONTAGEM - Time C

Op. 10 Torneamento 3 ** repasse 4 ** porosidade de fundição	Op. 20 Furação 2 * diametro maior 3 *** reteste	Op. 30 Rosca 3 * rosca espanada
---	---	--

	FORNECEDOR	TIME	CLIENTE INTERNO
SCRAP			
REPARO/RETRAB./RETESTE			
TOTAL			
TOTAL GERAL			

100 pcs ↓

$$FTTC (\%) = \frac{(\text{TOTAL DEMÉRITOS} - \text{TOTAL PRODUZIDO}) \times 100}{\text{TOTAL PRODUZIDO}}$$

FTTC (%) Time B = _____

MONTAGEM - Time C

Op. 10 Aparafusar 3 ** falta rosca da usinagem	Op. 20 Montar cabo O defeito	Op. 30 Teste vazamento 3 ** vazamento por falta adesivo
---	---	--

	FORNECEDOR	TIME	CLIENTE INTERNO
SCRAP			
REPARO/RETRAB./RETESTE			
TOTAL			
TOTAL GERAL			

100 pcs ↓

$$FTTC (\%) = \frac{(\text{TOTAL DEMÉRITOS} - \text{TOTAL PRODUZIDO}) \times 100}{\text{TOTAL PRODUZIDO}}$$

FTTC (%) Time C = _____

CLIENTE

$$FTTC (\%) \text{ Geral} = \text{Time A} \times \text{Time B} \times \text{Time C} = \text{_____} \times \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____}$$

2) Calcule a Capacidade de Produzir Certo da Primeira Vez da Fábrica Toda

FTTC (%) Geral = Time A x Time B x Time C = _____

Figura 15 – Exercício FTTC / Treinamento – (Manual TIM/FPS – Ford Taubaté 2001)

Nesta etapa foi desenvolvido um treinamento sobre a forma de coleta de dados, a importância na integridade de dados e a forma de cálculo do indicador. Inicialmente os cálculos eram feitos pelos próprios operadores; posteriormente, com a introdução de planilha desenvolvida em excel, o processo de cálculo foi sistematizado, ficando a cargo dos operadores, no final da jornada de trabalho, introduzir os dados no sistema. Foi instalado, próximo a cada time, um computador em rede, o que facilitou o trabalho de análise dos dados.

Os dados coletados, conforme pode ser observado no diário de bordo (Figura 14), permitem fazer uma série de análises sobre o processo produtivo, pois fornece os dados que facilitam a avaliação de desempenho das máquinas (OEE), os tipos de perdas ocorridas no processo (qualidade, disponibilidade e eficiência), a descrição dos problemas ocorridos e soluções tomadas. Permitem, pois, a estratificação, análise das perdas e elaboração de plano de ação visando à recuperação ou melhoria da produtividade.

Para análise das principais ocorrências que geraram perdas no processo produtivo, conforme análise na estratificação das perdas verificada no indicador de FTTC, foram criados os GMFs (Grupos Multifuncionais), que têm por finalidade a investigação da ocorrência e elaboração de plano de ação para a solução do problema, envolvendo operadores dos times e especialistas com conhecimento e experiência no tipo de ocorrência (interno e externo).

Conforme planilha para avaliação do GMF, como demonstra a Figura 16, são analisadas as ocorrências de forma específica, envolvendo grupos com foco no problema, para identificar a causa e solução. Os grupos atuantes nas questões de usinagens na Fábrica de Componentes Chassi, em função dos principais problemas e características das operações, determinaram a criação de grupos multifuncionais, para avaliação e análise das questões referentes a acabamento, trincas, ferramentas, *scraps* e retrabalho.

3.4.5 Gerenciamento dos Times

Os Times Integrados de Manufatura foram planejados para serem autônomos, no sentido de planejar, controlar, coordenar e melhorar o trabalho. Além disso, os integrantes do Time devem envolver-se com o processo de tomada de decisões, e o processo produtivo dentro dos Times deve ser organizado visando à segurança, qualidade, custo, produtividade, eficácia global dos equipamentos, recursos humanos e enfoque no consumidor.

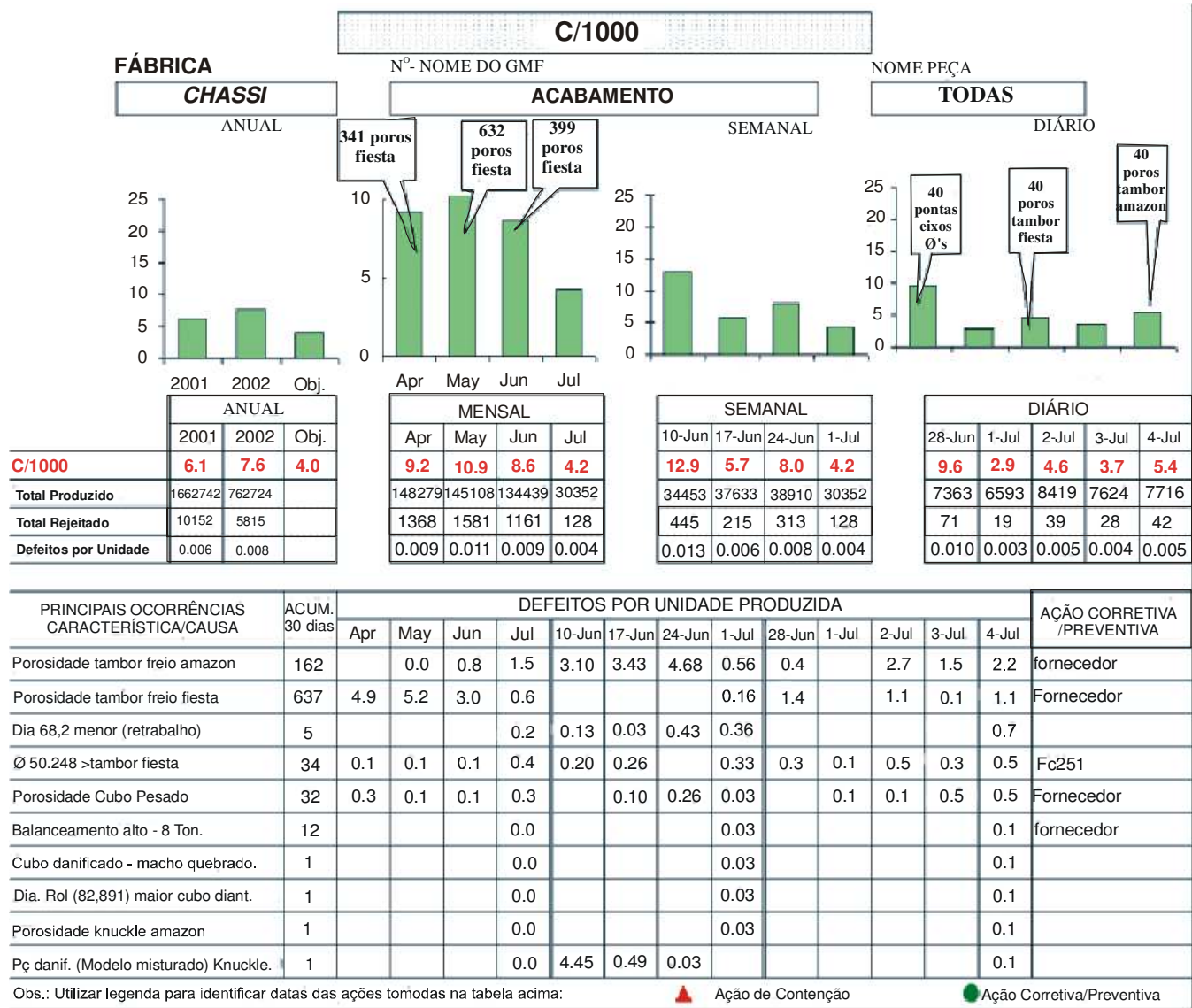


Figura 16 Planilha de avaliação (Ford Taubaté TIM/FPS Ford Taubaté2001 Manual)

Para desenvolvimento e gerenciamento do processo produtivo, os Times Integrados de Manufatura incorporam as ferramentas administrativas implementadas no conceito do FPS (Sistema de Produção Ford), medindo os resultados por meio dos indicadores, com ênfase na segurança, na qualidade e na produtividade.

Com o objetivo de padronizar e sistematizar a padronização das atividades do time, foi desenvolvida uma instrução interna, voltada à orientação no gerenciamento dos indicadores do processo (figura 17). O monitoramento de cada indicador é de responsabilidade de um dos membros do time que, ao observar qualquer ocorrência, envolve o time e pessoas de suporte para a solução ou melhoria no processo. As questões são levantadas nas reuniões diárias, com a finalidade de alinhar os objetivos e necessidades do processo produtivo.

No conceito de Times integrados de Manufaturas, os Analistas / Engenheiros de Processo (*Advisor's*) respondem pelos Times, promovendo suporte ativo e recursos, atuando junto aos integrantes do Time na condução dos diversos assuntos relacionados ao processo produtivo e de manutenção, com o suporte da Gerência de Time e de Manufatura, as quais são responsáveis por monitorar a implementação do TIM de acordo com as diretrizes estabelecidas.

O gerenciamento dos Times envolve as áreas de Suporte, Qualidade, Sistemas, Finanças, Logística, Recursos Humanos e Manutenção *Site*, no sentido de apoiar, informar e desenvolver meios que facilitem os objetivos do time, participando das análises dos problemas e das necessidades que afetam o time.

Para facilitar o gerenciamento e o relacionamento do time com as demais áreas, foi designado, por meio de consenso entre todos os integrantes, Engenheiro de Processo (*Advisor*) e Gerente de Time, um dos membros do time como Coordenador do Time, o qual terá a incumbência de, além da sua atividade normal, liderar os demais integrantes no cumprimento das atividades diárias, tendo claramente definidos: o quadro de pessoal, as condições de trabalho e o conjunto das tarefas e metas a serem alcançadas.

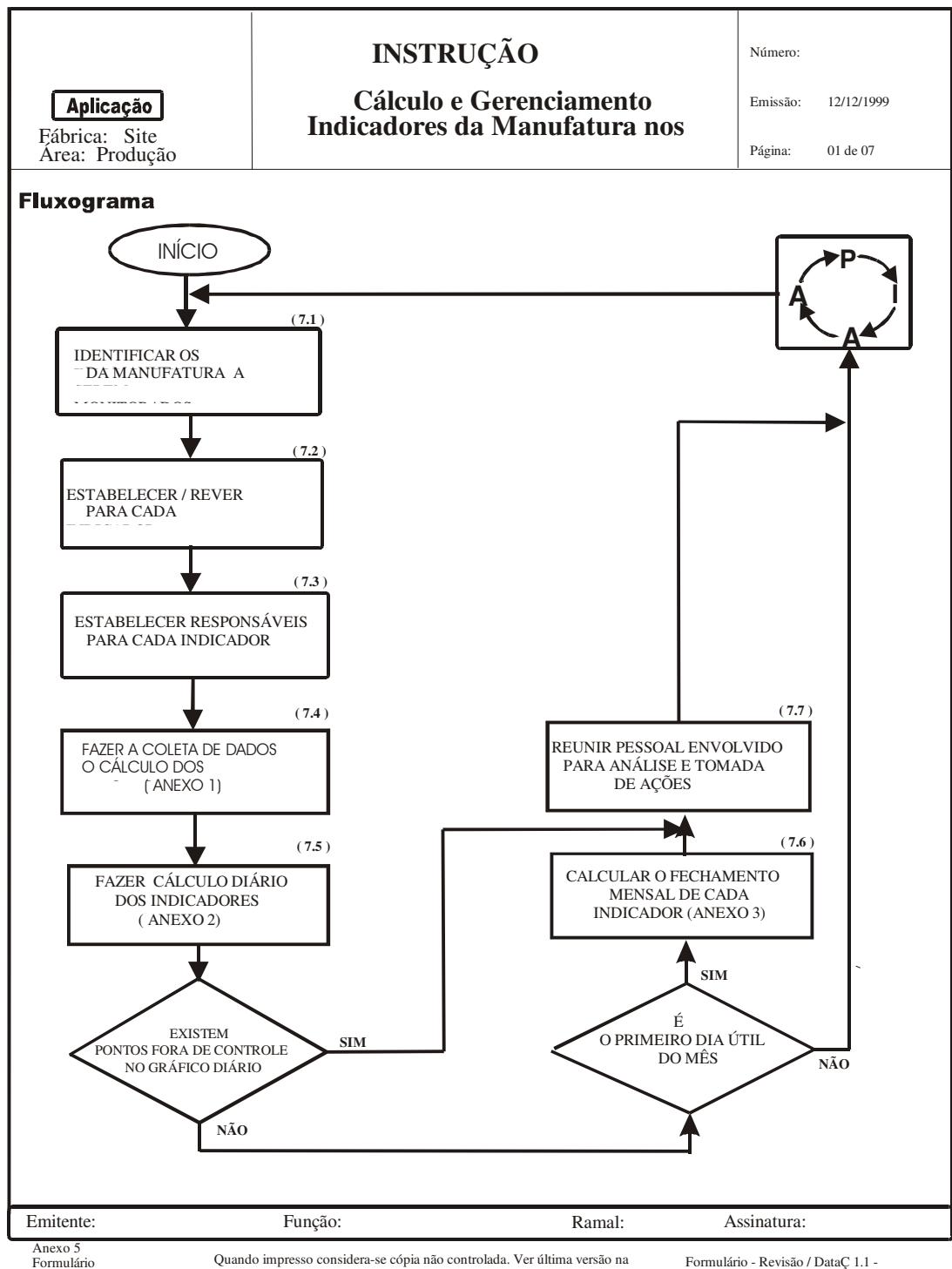


Figura 17 - Fluxograma de Gerenciamento dos TIM (Qualidade – Ford Taubaté - 1999)

3.5 Composição Organizacional do Time Integrado de Manufatura (TIM)

O TIM foi idealizado respeitando-se o processo produtivo e considerando-se cada linha como uma área, ou melhor, um centro de negócios. Dessa forma, os Membros dos Times conseguem visualizar claramente o início, recebimento da matéria-prima do fornecedor (interno e/ou externo), e o fim, quando da entrega do produto manufaturado para o seu cliente (interno e/ou externo).

O número ideal de integrantes do Time está diretamente relacionado à necessidade apontada pela Engenharia Industrial e aos volumes de produção. Na Fábrica de Chassi, os Times da área de usinagem contam com um número que varia de 10 a 20 pessoas, em média. O número pode variar de acordo com os volumes de produção.

Cada Time tem um Coordenador e é suportado pelo Engenheiro de Processo (*Advisor*) que, por sua vez, pode assistir de 01 a 09 Times. A divisão está diretamente relacionada com a complexidade operacional de cada área.

Cada Time é composto de empregados horistas, com a seguinte classificação, que determina a faixa salarial dos membros do time.

“A” (52) - Operador de Máquinas

Montador de Produção

“B” (53) - Operador e Auxiliar de Manutenção

Montador e Auxiliar de Manutenção

“D” (55) - Operador e Especialista em Manutenção Elétrica

Operador e Especialista em Manutenção Mecânica

Montador e Especialista em Manutenção Elétrica

Montador e Especialista em Manutenção Mecânica

3.6 Visão do T I M

A sustentação do Time Integrado de Manufatura está na capacidade produtiva, responsabilidade, consciência, enfoque no consumidor e visão de futuro dos empregados, ter visão significa maximizar os recursos existentes na Fábrica, sempre objetivando a mais alta qualidade dos produtos e serviços.

O objetivo desta visão será, melhor alcançado por meio do efetivo comprometimento de cada membro do Time Integrado, bem como de cada empregado da Fábrica, pois o envolvimento dos empregados faz com que haja maior integração, troca de conhecimentos, experiências e habilidades, sempre visando à melhoria do processo produtivo e à conseqüente satisfação dos clientes.

Objetiva-se, portanto, superar a expectativa dos clientes, contando para isso com empregados capacitados e motivados, que assumam riscos sem comprometer a qualidade e segurança no trabalho, que mantendo um ambiente de respeito, dignidade e bom senso.

3.7 Aplicação dos Princípios na Implantação do time

Os empregados são extremamente importantes para a organização. Com a implantação de novos conceitos, a empresa tem como princípios, respeitando a individualidade e potencialidade dos membros do time, aumentar sempre a flexibilidade e conhecimentos dos mesmos, por meio de treinamentos e rodízio entre eles, buscando o nivelamento e envolvimento do grupo, delegando autoridade e responsabilidade, capacitando-os para a tomada de decisão nos aspectos que afetam o time, e observando que a união das habilidades de cada empregado compõe a força do Time Integrado de Manufatura.

Esses princípios foram amplamente debatidos nos treinamentos que envolveram o processo de implantação dos times, trabalhando o comportamento organizacional e motivacional, em função das mudanças no escopo organizacional e dos problemas comportamentais que surgiram durante o período, como resistência, ansiedade, insegurança, os quais ainda afetam os times, neste novo modelo organizacional.

3.8 Pressuposto para assegurar o sucesso do time

O Time Integrado de Manufatura deve estar envolvido nas atividades. Deve haver consciência e comprometimento de todos os empregados no trabalho em Time, praticando a filosofia "faça certo da primeira vez", (FTTC) evitando retrabalho e desperdícios, e gerenciando os equipamentos com as programações das atividades de manutenção, para melhorar a eficiência global dos equipamentos (OEE), e implantar o programa de manutenção preventiva em todos os equipamentos, de acordo com o conceito do autogerenciamento do time (FTPM). Além disso, deve-se

adotar o sistema *Kanban*, para alcançar o *Just in Time*; e reduzir o custo dos produtos anualmente, para atender aos objetivos globais da Cia.

Quando das paradas de máquinas, é necessário otimizar e reforçar o processo de melhorias, treinamento, *housekeeping*, diálogos de segurança e reuniões, para multiplicar informações de interesses gerais e promover troca experiências.

Por último, há necessidade de melhorar a confiabilidade e manutenibilidade das máquinas e equipamentos, conforme lições aprendidas e identificação das causas raízes. Assim serão aperfeiçoados os processos de manufatura, com utilização de lições aprendidas, gerenciamento de mudanças, ferramentas e processos do FPS mensurados por meio dos indicadores.

3.9 Papéis e Responsabilidades

O TIM é responsável por administrar as ausências (férias, faltas, banco de horas, treinamentos, etc.), emprestando empregados de outras áreas ou cobrindo as faltas por meio de remanejamento interno. A decisão será sempre baseada no melhor critério, objetivando sempre atender/superar os objetivos estabelecidos, apontar as ocorrências no Sistema *Timekeeping* (controle de ausência), controlar o absenteísmo em sua área, manter os índices conforme o objetivo estabelecido pela Fábrica, identificar as prováveis causas, para correção dos desvios, assessorar o Engenheiro / Analista (*Advisor*) no levantamento de necessidades e atender aos treinamentos programados de acordo com o cronograma definido pelo Time,

O TIM auxilia o Engenheiro de Processo (*Advisor*) na necessidade da realização de horas-extras, de acordo com o programa e perdas de manutenção, devendo o empregado, para isso, estar certificado nas operações para as quais foi escalado. A melhoria e/ou troca de processo, implica em recomendações para alteração do processo, bem como sua implementação após aprovação;

O TIM está envolvido com o desenvolvimento de seus integrantes, por meio de rodízio entre as operações, treinamento em outras áreas, treinamento no local de trabalho, versatilidade, treinamentos que não exijam o suporte de outras áreas,

Tem o TIM responsabilidade de assegurar a elaboração das folhas de QPS em todas as operações da área. A folha do Sistema de Qualidade do Processo deve ser elaborada passo a passo, como ferramenta de controle e treinamento dos

integrantes do time, para planejar, informar e realizar as paradas para manutenção, estabelecer os horários e tempos das reuniões baseados nos programas de produção.

Os membros do TIM são responsáveis pelo planejamento do dia-a-dia, recebendo informações diretamente da produção, bem como tomando conhecimento do planejamento estratégico por meio do Coordenador ou Engenheiro de Processo (*Advisor*). Procura alcançar os objetivos estabelecidos pela Cia., com base na expectativa dos consumidores, e cada um de seus membros, tem a responsabilidade de tomar decisões baseadas nas especificações do produto e nos critérios de qualidade.

Para a garantia e continuidade do processo produtivo, o TIM é responsável pela parada de máquina, quando houver problemas de segurança, qualidade ou manutenção. Conta, para isso com o suporte do Engenheiro de Manutenção e do Time de Manutenção.

O TIM tem responsabilidade no desenvolvimento de todas as atividades relacionadas ao FPS: implementação, difusão, acompanhamento e suporte aos programas corporativos (FPS, QS, ISO, etc); ordem e limpeza em sua área. Deve conhecer as habilidades requeridas para proporcionar entendimento, respeito mútuo e confiança para o efetivo trabalho em equipe, mantendo a comunicação entre os integrantes e incentivando a discussão dos assuntos relacionados ao time de forma objetiva.

3.10 Resolução dos Problemas nos TIM

Os Membros do TIM devem, primeiramente, discutir os problemas com os seus Coordenadores e com o Engenheiro de Processo (*Advisor*); não sendo resolvido, o Engenheiro de Processo (*Advisor*) levará o problema ao Gerente de Time e, em conjunto, eles deverão investigar, observando as discussões e colocações dos Membros do TIM.

Deverá ser feito plano de ação com prazo de 30 dias, para solução do problema identificado, o Coordenador do TIM e o Engenheiro de Processo (*Advisor*) deverão acompanhar o cumprimento das ações propostas no plano de ação, ou seja, a solução dos problemas.

Nesse processo são utilizados os métodos de solução de problemas conhecidos como: 8D, 5 porque, análise de falhas, etc.

3.11 Objetivos dos TIM

Os TIM têm seus objetivos alinhados com os objetivos da Fábrica, os quais são definidos no início do ano, por meio do Cascadeamento dos Objetivos (*Policy Deployment*) conduzido pelo Gerente de TIM e pelo Engenheiro de Processo (*Advisor*).

Após o cascadeamento dos objetivos macros da companhia, são programadas as ações.

O Coordenador do TIM, Engenheiro de Processo (*Advisor*) e Gerente de TIM definem ações para suportar os objetivos da fábrica. Os objetivos são repassados, pelo Coordenador, aos demais Membros do Time, alinhando seus próprios objetivos, os quais são utilizados para acompanhar e monitorar o seu desempenho.

O objetivo do TIM passa a ser o do próprio empregado, uma vez que sua avaliação refletirá o desempenho de seu Time. Assim, todos os Membros do Time estarão empenhados na busca de objetivos comuns.

A avaliação e o monitoramento do TIM serão realizados semestralmente, com a participação de todos os Membros e com suporte do Engenheiro de Processo (*Advisor*). A periodicidade (duas vezes ao ano) foi estipulada como forma de verificar correções necessárias no decorrer do ano, servindo como assessor para evitar que erros e oportunidades de melhoria venham a ser levantadas apenas no final do ano. Porém, mensalmente, os resultados serão plotados na planilha, e esta será fixada no quadro do Time, em local de fácil visualização.

Conforme demonstra a Figura 18, a disposição da planilha de objetivos facilita a avaliação e verificação constante dos problemas do TIM. Os empregados componentes do TIM, em suas reuniões diárias, têm como procedimento verificar, por meio de avaliação diária dos indicadores da manufatura, envolver as áreas suporte e gerência, caso ocorra algum problema, ou identificar alguma tendência no processo produtivo ou no relacionamento do grupo que exija uma ação antes do período terminado para avaliação dos objetivos.

Feita a avaliação dos objetivos e identificado algum problema ou oportunidade de melhoria é elaborado plano de ação, determinando o que fazer, os prazos para a solução e os responsáveis por sua execução e gerenciamento.

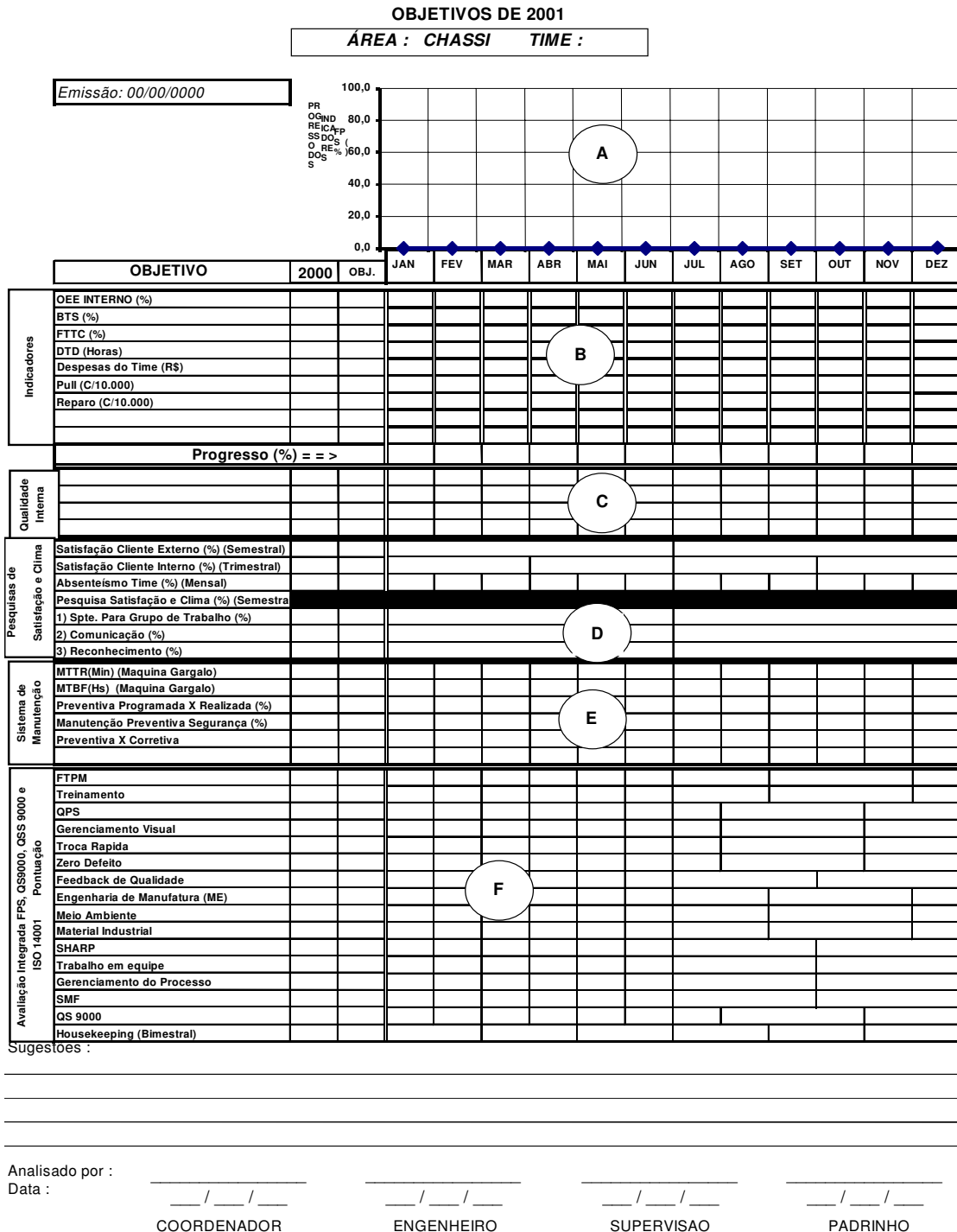


Figura 18 Planilha de objetivos do TIM - (Manual TIM/FPS – Ford Taubaté 2001)

Campos para registro de dados na planilha de objetivos:

Campo A – Representação gráfica do progresso durante o período

Campo B – Registro dos dados dos indicadores da manufatura

Campo C – Registro dos dados de Qualidade interna

Campo D – Registro dos dados referentes ao relacionamento e clima no grupo

Campo E – Registro dos dados referentes à manutenção corretiva/preventiva

Campo F – Registros dos dados referente aos indicadores corporativos

3.12 Desenvolvimento de Talentos

Entende-se que a equipe de trabalho é homogênea e que todos têm as mesmas responsabilidades e desempenhos, (respeitando-se os diversos graus). Existem, porém, membros que contribuem muito acima do padrão da Fábrica. Para estes, faz-se necessário um plano de desenvolvimento, e o Time terá a responsabilidade de ajudá-los a ser os Líderes de amanhã.

Para que isso ocorra, ao se reconhecer que há um Membro se destacando dentre os integrantes do TIM, este, juntamente com o Engenheiro de Processo (*Advisor*) e o Gerente de Time trabalharão em um Plano de Desenvolvimento, considerando os seguintes critérios:

- 1 - Escolaridade;
- 2 - Inglês;
- 3 - Versatilidade no Time;
- - Conhecimentos dos programas corporativos;
- - Versatilidade na área;
- - Conhecimentos das demais áreas da Cia.

Tendo o empregado atendido ao plano de desenvolvimento acima, este estará apto a concorrer a qualquer posição que lhe venha a ser proposta.

Ao Time cabe o reconhecimento por ter identificado e desenvolvido mais um talento que irá atender ao objetivo maior da Cia: a continuidade de seus negócios.

3.13 Reuniões de Time

As reuniões são realizadas semanalmente com duração de aproximadamente 30 minutos. Têm o objetivo de acompanhar o resultado dos indicadores/ferramentas do FPS (*Ford Production System*). Outros assuntos podem ser abordados:

Organização do próprio trabalho com base no programa de produção, manutenção e paradas;

- Absenteísmo;
- Desempenho do Time;
- Paradas de máquinas e problemas de qualidade;
- Planejamento de pequenas paradas de manutenção;
- Problemas de limpeza;
- Treinamentos;
- Versatilidade.

Os horários de reuniões dos Times são previamente estabelecidos pela Gerência de Time, devendo haver a participação de todos os integrantes.

3.14 Rodízio dos membros do Time

Os empregados do Time precisam conhecer todas as operações dentro da sua área de trabalho, respeitando as características de cada função. Os casos de restrição médica serão administrados conforme o mesmo conceito, considerando-se as recomendações do Departamento Médico. Somente após estar apto nas operações de sua área, o empregado poderá ser transferido de Time.

No caso do empregado não se adaptar em uma determinada operação, será treinado em outra e, no caso de reincidência, passará por um processo de revisão de função.

3.14.1 Finalidade do Rodízio

Promover melhoria contínua;

Versatilidade / Flexibilidade do empregado nas situações de férias, saída para treinamentos, afastamentos;

Problemas ergonômicos;

Melhoria da dinâmica e da diversidade no Time;

Satisfação no trabalho;

Desenvolvimento dos empregados;

Melhoria dos sistemas internos;

Melhoria da comunicação;

Foco nos objetivos, buscando resultados dos Indicadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Fábrica de Componentes Chassi é a área da Ford Motor Company, divisão de Taubaté, onde são usinados componentes automotivos, produzindo peças para suporte e sistemas de freios e suspensão, para a linha de carros médios e caminhões da Ford. Essas peças respondem pela segurança dos veículos, o que determina um controle na qualidade e garantia das peças. Atualmente, tem sua estrutura organizacional no sistema de manufatura celular, executando as atividades envolvidas com o processo produtivo, em times integrados de manufatura (TIM), e as atividades envolvem todos os membros do TIM com os objetivos corporativos de empresa. O TIM tem os seus objetivos alinhados com os objetivos macros da companhia, que são cascadeados até o nível do TIM, o qual tem como responsabilidade os controles e gerenciamento, recebendo autonomia para o auto-gerenciamento do processo com foco na qualidade, segurança e custo.

Em razão dos fatores citados, as operações, até a formação e implantação dos TIM, na área de usinagem da fábrica de componentes chassi, utilizavam, como ferramenta gerencial de monitoramento da qualidade no processo produtivo, o CEP (Controle Estatístico do Processo). Por meio de cartas de controle dispostas nas operações consideradas chaves, determinavam-se as ações de contenção e melhoria do processo. Eram necessários, para a execução dessas operações, operadores especialistas com treinamento específico em controle estatístico, tornando-se os mesmos, especialistas nas operações chaves.

Com a implantação do TIM, foi necessário adequar o novo sistema de trabalho com a realidade da organização. Corporativamente, introduziram-se novas ferramentas administrativas, para suporte do FPS (*Ford Production System*). Como método de monitoramento e controle da qualidade do processo produtivo foi implantado o FTTC (*First To Thought Capacity*), que consiste na capacidade de fazer certo da primeira vez, utilizando-se de diário de bordo e planilha eletrônica, para plotagem e avaliação dos dados, como demonstram as informações da planilha de análise do FTTC (Figura 19), que indica as principais ocorrências que estão afetando

os resultados no processo produtivo e, em especial, o sistema de qualidade. Por meio da análise dessas informações, são tomadas as decisões, buscando atingir os objetivos predeterminados para o período.

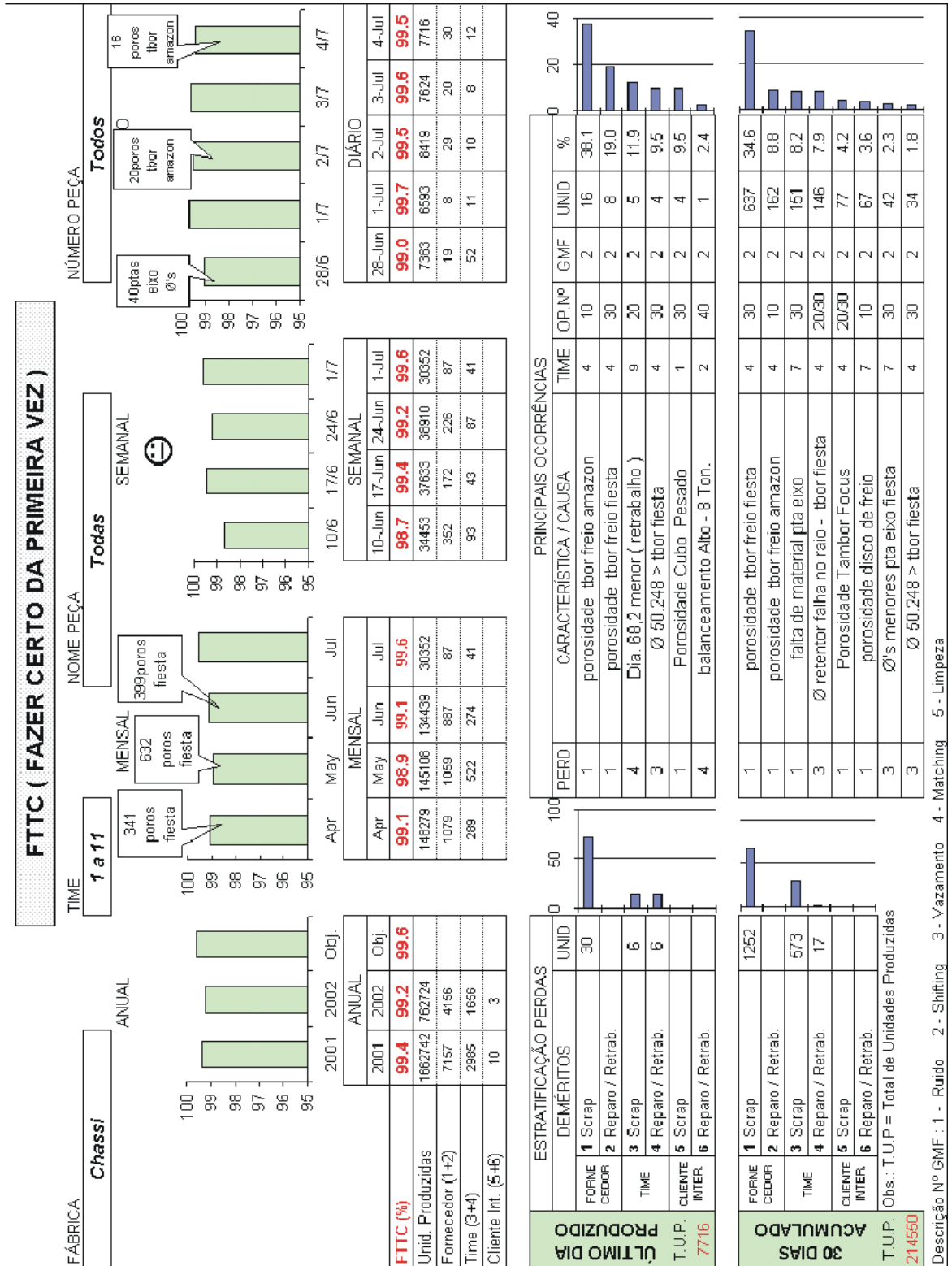


Figura 19 Planilha de Indicador FTTC p/análise dos dados (Manual TIM/FPS - Ford Taubaté 2001)

4.1 Delimitação e desenvolvimento da análise

Para avaliação dos resultados, o levantamento e análise dos dados foram desenvolvidos no time 4, área de usinagem de tambor, da Fábrica Chassi, em função deste time ser definido como time piloto, para a implantação e desenvolvimento do novo modelo de trabalho em células de manufatura, devido ao tipo de produto que exige controle constante no processo, além do envolvimento desta área com os projetos de investimentos voltados à renovação das linhas de produtos da companhia.

Os resultados obtidos correspondem ao período de janeiro a dezembro de 1999, período que envolveu o processo de implantação das células de manufatura no conceito organizacional de TIM na área de Manufatura da Fábrica de Componentes Chassi. Para uma análise comparativa foi feito o levantamento do período de janeiro a dezembro de 2001, considerado como o período em que foi implantado todo o processo do TIM, na área.

Para o levantamento de dados, diários de bordo, foram inseridos nas operações, com objetivo de registrar todas as ocorrências que afetam o processo produtivo, em que são plotadas diariamente as falhas que geraram perdas e os fatos geradores de tais ocorrências que possibilitam avaliar as condições do processo e as tomadas de decisões para melhoria, em termos de produtividade, eficiência, qualidade e custos.

Com as informações contidas no diário de bordo é possível elaborar planilhas eletrônicas e indicadores para análise e tomada de decisão, como ocorre com o FTTC, que é a ferramenta administrativa de gerenciamento da qualidade e manutenção da estabilidade do processo produtivo, permitindo focar os problemas que geraram perda no processo. Isso é feito por meio do histórico da estratificação das falhas do FTTC (Figura 20), envolvendo, nas reuniões diárias, os membros do TIM e os Grupos Multifuncionais (GMFs), visando à solução do problema e ou melhoria no processo produtivo. Estes Grupos Multifuncionais são formados pelos membros do TIM, Engenheiro de Processo e Qualidade, Controller, Logística e áreas suporte com conhecimento e domínio sobre o problema específico.

FTTC - HISTÓRICO DE PERDAS																
FÁBRICA		TIME	NOME PEÇA	NUMERO PEÇA												
Chassi		4/jan	Tambor Fiesta / Focus													
Rank	Tipo Perda	Descrição Causa	Acum. 30 Dias	PERDA PEÇAS												Acum. 12 Mesês
				01/02	02/02	03/02	04/02	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02	10/02	11/02	12/02	
1	3	fiesta diametro 50248 maior	53	20	2	15	18	6	20	38						119
2	1	porosidade fiesta	44	213	155	344	760	755	421	93	15					2756
3	1	porosidade focus	18	1						18						19
4	3	tambor fiesta com 8 furos	4	1				1	4	3						9
5	3	tambor fiesta com falha na aba	4							4						4
6	3	troca de ferram.fiesta 50.248 maior	2					6		2						8
7	3	fiesta diam 180 maior	1			1				1						2
8	3	furo tambor fiesta 12.68 maior	1	4		4	3			1						12
9	3	scrap amazom d.m 54.10 acerto m.q	1							1						1
10	3	scrap pe;a ovalizada queda	1		1				1	1						3
11	3	ajuste de ferr.m focus														
12	3	ajustando o bullard														
13	3	ajuste de ferr.m focus														
14	3	diametro 223.0 focus														
15	3	dimencao 14.0=0.5 focus														
16	1	falha de material fiesta														
17	3	falha diametro da pista fiesta			2											2
18	3	falha na pista fiesta														
19	3	fiesta diametro 55 maior														
20	3	fiesta diametro 49.35 maior					2									2
LEGENDA TIPO DE PERDA	1 - SCRAP DO FORNECEDOR		FTTC	98,2	98,5	97,3	95,9	94,9	96,8	98,4	97,5					
	2 - REPARO / RETRABALHO DO FORN.		Produção	13760	11700	13860	19920	15240	14100	10105	1500					
	3 - SCRAP DO TIME		Fornecedor	214	157	344	760	755	421	111	37					
	4 - REPARO / RETRABALHO DO TIME		Time	29	14	27	54	15	25	51	1					
5 - SCRAP CLIENTE INTERNO		Cliente Int.														
6 - REPARO RETRABALHO CLIN. INTERNO																

Figura 20 - Histórico das perdas (Ford Taubaté Manual TIM/FPS 2001)

Data de Emissão :

As análises são feitas regularmente, em reuniões diárias do TIM, no início do turno, quando são expostas pelos operadores as principais ocorrências na operação. São apontados os objetivos do dia, conforme informações da área de logística, com relação ao programa de produção, e informações necessárias ao gerenciamento do TIM, bem como as soluções que foram ou devem ser tomadas para evitar a recorrência do problema identificado nos indicadores de manufatura. Dessas reuniões participam todos os membros da célula e área suporte (manutenção, qualidade, controller e logística). Dependendo da dimensão do problema, outras áreas são chamadas para ajudar na solução (Ferramentaria, Engenharia, Gerência, Fornecedores, etc).

Assim, com base nas análises dos problemas detectados nos indicadores de manufatura (FTTC, OEE, DTD, BTS), deve-se elaborar um plano de ação (Figura 21). Nesse plano consta o problema, o indicador que está sendo afetado, as áreas ou pessoas responsáveis em dar suporte para a solução do problema e a previsão para a execução das atividades.

Na elaboração do plano de ação são envolvidos os integrantes do time que tenham conhecimento do problema, as áreas suportes relacionadas com o problema, como qualidade, manutenção, ferramentaria, etc. Nesse processo são utilizados, pelo grupo envolvido, os métodos de solução de problemas, como 8D, 5 porque, análise de falhas, etc., para o planejamento das atividades a serem executadas, além de reuniões periódicas para o gerenciamento do plano de ação e avaliação dos resultados obtidos após a realização do planejado, seguindo o conceito do PDCA, com objetivo de melhoria contínua.

PROGRAMAÇÃO DAS ATIVIDADES DA FÁBRICA DE CHASSIS Dez-2001

TIME	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	INDICADOR /LAUCHING	PESSOAL/QUANTIDADE	24 à 30/12	31 à 06/01	07 à 13/01	14 à 20/01	21 à 27/01
1-PESADO	-Revisar transportador e carregador thyssen	OEE/FTTC	Mecânicos TIM (2)	[Barra]				
	-Revisar cabeçote de furação 2 unidades grob		Man./Ferram. (2)	[Barra]				
	-Revisar sistema hidráulico carregador grob		Man. Mec./Elét. (3)		[Barra]			
2-8 / 4 ton.	-Revisar sistema de transmissão da placa torno motch	OEE/FTTC	Ferramentaria (2)	[Barra]				
3-Montagem	-Revisar cilindro contra ponto torno motch	Custo / 5's	Mecânicos TIM (2)	[Barra]				
4-Tbor Fiesta	-Usinagem/try out/capability das máquinas para proj. Amazon Disco Freio	Lauching	Eng. Processo Operadores (5)	[Barra]				
	-Revisão dos motores torno okuma	FTTC	Eletricistas TIM (2)	[Barra]				
7-Montagem Conjunto Freio	-Montagem/try out do cabeçote de furação da Pittler para aplicação do ABS	OEE/FTTC	Eng Manutenção	[Barra]				
	-Substituir rolamento do eixo da árvore bt518 okuma	FTTC	Mec. Manut. (2)		[Barra]			
	-Revisar sist.hidráulico/instalar soprador cavaco pittler	SHARP	Eletrônico Man. (2)	[Barra]				
9-Sup. Pla Eixo Escort/Amazon	-Usinagem/try out capability das máquinas para proj. Amazon Knuckle	OEE/FTTC	Eng. Processo Operadores (5) Man./Ferram. (3)	[Barra]				
11-Suporte	Modificar o dispositivo do suporte cabina	FTTC	Mecânicos TIM (2)	[Barra]				
	-Revisar dispositivo de fixação spm	SHARP	Man./Ferram. (2)		[Barra]			
	-Revisar sistema hidráulico transmissão natco op#10	Custo	Mecânicos TIM (1)		[Barra]			
	-Revisar mesa fresa cincinati e cilindro	FTTC / BTS	Mec./Elet. TIM (2)	[Barra]				
11z - Cremalheira Volante, Conjunto Volante	-Revisar/substituir válvula do sist.hidráulico mitsubishi	Custo	Mecânicos TIM (2)	[Barra]				
	-Revisar dispositivo furadeira grob	FTTC	Mec./Elet. Man. (2)		[Barra]			
	-Revisar sistema hidráulico torno weisser (02)	OEE	Eletrônico (1)			[Barra]		
	-Revisar sistema de aquecimento Politron	FTTC		[Barra]				

27/11/2001

Figura 21 Plano de ação Fábrica Chassi (Manual TIM/FPS Ford Taubaté 2001)

4.2 Análise dos resultados

Como demonstram as representações gráficas dos dados resultantes dos indicadores do FPS/FTTC (Figuras 22 e 23) referentes ao período estabelecido no estudo, pode-se observar que a implantação do novo modelo passou por períodos de instabilidades. Isso pode ser considerado característico em momento de mudança na estrutura organizacional em que o período inicial da implantação foi marcado por clima de insegurança dos operadores.

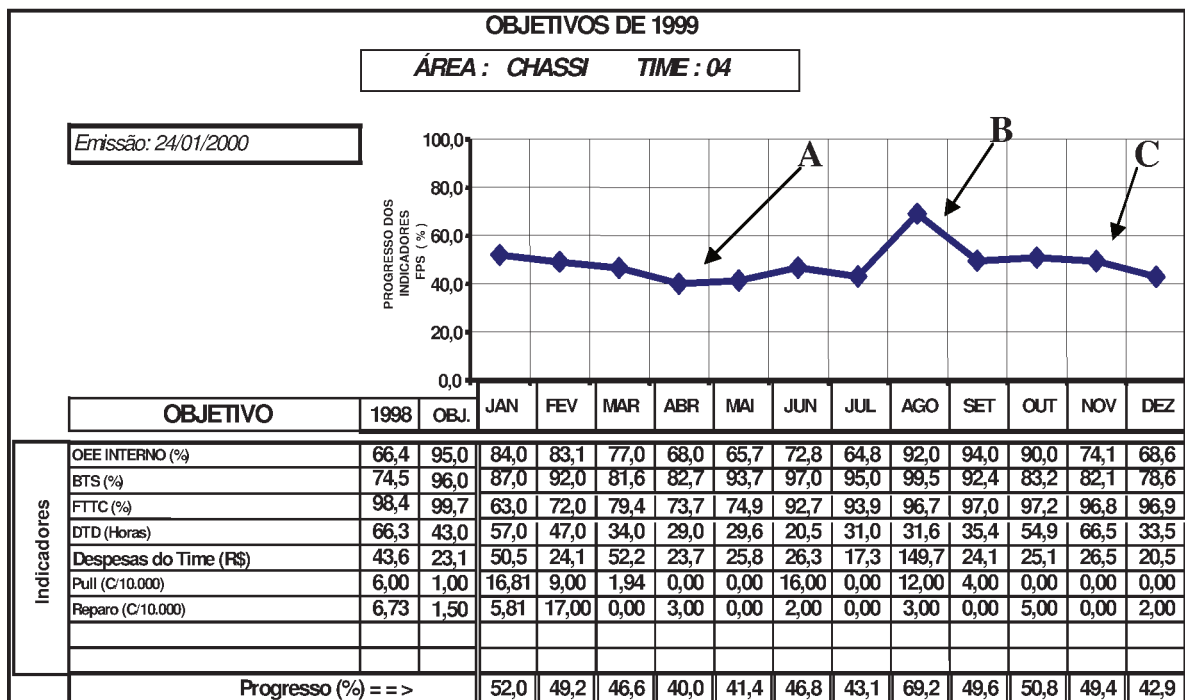


Figura 22 Planilha de objetivos do Time 4 – Resultados –1999 (Manual TIM/FPS – Ford Taubaté)

Período A – Fase de de implantação do TIM

A fase de implantação foi marcada por mudanças na equipe de trabalho. A entrada de novos operadores com treinamento voltado às operações em célula de manufatura e a saída de alguns membros da equipe, que foram relocados para outras atividades, treinamento para nivelamento da equipe e automação de algumas operações, resultaram na diminuição do tamanho da equipe. Esses fatos tiveram influência no processo produtivo.

Período B – Melhoria no Processo

Fase de melhoria no processo, resultante da automação dos equipamentos e implementação dos sistema de abastecimento com a aplicação do *Kanban*, além do mapeamento das operações visando à redução dos estoques intermediários no processo.

Período C - Mudança no produto

Fase em que ocorreu mudança em alguns produtos, levando a ajustes de máquinas e ferramentas.

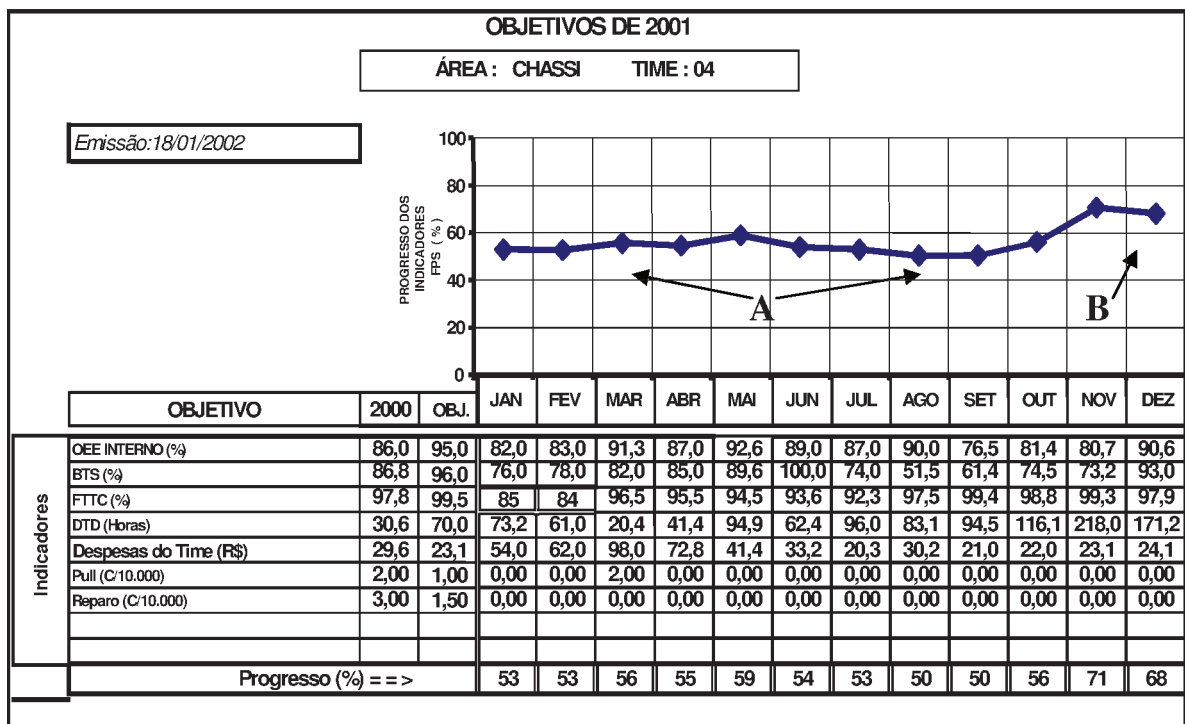


Figura 23 Planilha de objetivos do Time 4 – Resultados – 2001 (Manual TIM/FPS – Ford Taubaté)

Período A – Instalação de novas máquinas – Projeto Amazon

Fase de instalação e *tryout* de novos centros de usinagens para suporte ao projeto de novos carros da família Amazon e mudança no produto. E, também, treinamento operacional com as novas máquinas.

Período B – Conclusão da instalação e testes no processo

Conclusão da instalação dos novos centros de usinagens e testes dos novos produtos do projeto Amazon.

4.3 Análise comparativa – 1999 / 2001

A Figura 24 permite uma análise de forma comparativa, pois demonstra que o período da implantação foi instável ao longo do ano de 1999, em função dos treinamentos e da implantação da nova estrutura organizacional. A reorganização do processo produtivo conforme o layout planejado como célula de manufatura fez com que ocorresse a necessidade de nivelamento de conhecimento e polivalência dos operadores em todas as operações, com treinamento no próprio local de trabalho, aumento na responsabilidade pelos membros do TIM, delegação de autonomia e participação na tomada de decisões. Mesmo suportados e apoiados pela gerência e supervisão para o o autogerenciamento, esses procedimentos geraram clima de insegurança e influenciaram nos resultados.

Com relação ao ano de 2001, os resultados foram influenciados pelo desenvolvimento de novos projetos, direcionado a família de carros Amazon, o que levou à necessidade de aquisição de novos centros de usinagem para suportar os novos produtos, realinhamento do processo produtivo e testes. Esse projeto teve seu início no ano de 2000, e foi desenvolvido ao longo do ano de 2001, e, no período de janeiro a setembro de 2001, ocorreu a instalação de máquinas, o treinamento operacional e técnico, relacionado com as novas operações e mudanças no processo, e os testes necessários.

De outubro a dezembro de 2001, após a conclusão do projeto, pôde-se observar uma tendência de crescimento nos indicadores do TIM, período que coincidiu com o lançamento dos novos produtos no mercado, como pode ser observado na planilha (Figura 24), onde os indicadores demonstraram uma estabilidade no período de janeiro a setembro em valores entre 53% a 59%. Já, em setembro a curva de progresso, com a filosofia da melhoria contínua e o autogerenciamento já implantados,

os indicadores demonstra uma tendência crescente, atingindo valores em torno de 70%, considerados excelentes resultados para o momento, em função de estar no início da produção de novos produtos.

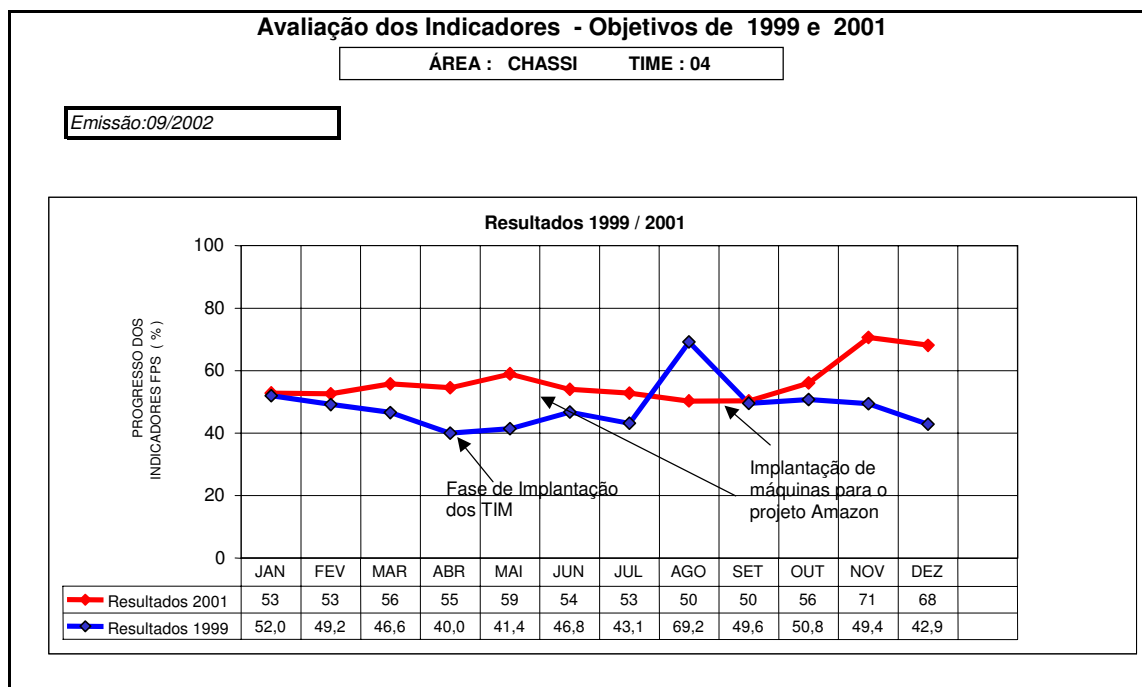


Figura 24 Resultados dos objetivos time 4- Ano 1999 / 2001 - Ford Taubaté

Com relação à gestão de qualidade/FTTC (Figura 25), a empresa tem por objetivo produzir com qualidade dentro das especificações determinadas pela engenharia, com foco nas necessidades dos clientes. Para isso, antes de implantação dos times integrados de manufatura, utilizava-se, na área de usinagem da Fábrica de Componentes Chassi, o controle Estatístico do Processo, com cartas de controle nas operações finais do processo e em operações que resultavam em produtos considerados de segurança.

No entanto, o controle por meio de Controle Estatístico do Processo, resulta em tomadas de ações de forma corretiva, onde o processo de usinagem já foi completado, gerando perda, além da necessidade de métodos estatísticos para gerenciamento e análise de tendências no processo produtivo. Com a implantação dos times e o uso de indicadores de qualidade FTTC, o TIM gerencia todas as operações utilizando indicador do FTTC, tomando as decisões de contenção e prevenção,

atacando as causas que estão afetando o processo produtivo, segundo os conceitos do TQC.

A responsabilidade pela qualidade é delegada a todos os envolvidos, os quais têm autoridade para parar o processo produtivo quando da ocorrência de qualquer anomalia, procurando eliminar o problema na fonte, com ações preventivas.

O gerenciamento de qualidade utilizando indicadores, somado à modernização das máquinas e ao autogerenciamento das células de manufatura, demonstra um grau de estabilidade do processo.

Observa-se que, durante o período de implantação do novo modelo organizacional (1999), ocorreu uma instabilidade até a metade do período, devido a treinamentos, assimilações dos elementos da equipe e às mudanças organizacionais. Nesse período, a Fábrica de Componentes Chassis adotou o modelo de células de manufatura, formação das equipes de trabalho, implementação de novas ferramentas administrativas e indicadores para o autogerenciamento do processo e dos recursos do TIM.

Após a primeira metade de 1999, os resultados mostram que o sistema já alcançava estabilidade, e os indicadores demonstram os ganhos obtidos com a implantação do novo sistema de gerenciamento da qualidade, conforme pode ser observado pelos valores do 1º e 2º períodos do mesmo ano.

No período de janeiro a junho de 2001 houve entrada de novos produtos e máquinas, com conseqüentes alterações no processo. Como os membros da célula de manufatura já tinham o domínio da nova filosofia e do modelo organizacional, os impactos dessas alterações no processo produtivo foram percebidos somente nos meses de janeiro e fevereiro de 2001. Rapidamente a célula absorveu essas mudanças, retomou e manteve a estabilidade, atingindo valores considerados acima do esperado, até então pela Empresa. Esses resultados demonstram os ganhos obtidos com a implantação do novo sistema de autogerenciamento em célula de manufatura com comprometimento e absorção na nova cultura organizacional traduzida em resultados financeiros positivos

Já em 2001, mesmo com o modelo de gerenciamento do time e com as mudanças no processo e nas máquinas, todo o processo permaneceu estável na gestão e controle do processo, como demonstra o gráfico de resultados do FTTC. Nesse período observa-se que os membros da célula de manufatura tinham domínio

do processo e das planilhas de controle e gerenciamento do processo, concentrando os treinamentos nos novos centros de usinagem.

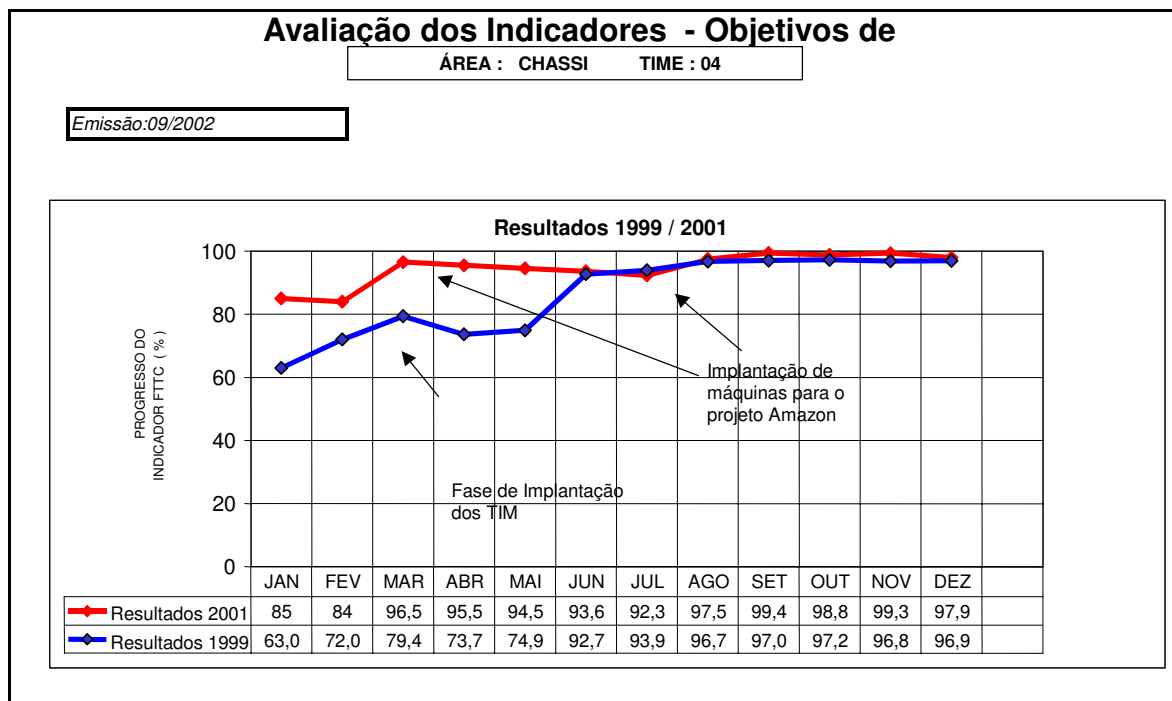


Figura 25 Resultados dos objetivos do time 4 - Ano 1999 / 2001 - Ford Taubaté

4.3 Considerações finais

O modelo proposto foi implementado na Ford Motor Company, uma empresa automobilística situada no interior paulista, responsável pelo fornecimento de componentes automotivos, caracterizados por um processo produtivo repetitivo em lotes. Foi possível observar que, com a aplicação dos novos conceitos de produção, houve uma diferença em relação ao conceito de produção convencional, que procura simplificar cada tarefa em uma rotina, exigindo para tal um grupo de supervisores para o controle de custo e qualidade, procurando limitar os defeitos e falhas no processo produtivo. Os conceitos modernos de produção abordam meticulosamente cada detalhe no gerenciamento da produção, e isso ficou evidente na implementação das células de manufaturas com a aplicação da filosofia JIT e TQC.

Durante o processo de implantação do novo modelo organizacional, observou-se um período em que os empregados envolvidos com o processo de

mudança demonstraram insegurança e receio com o novo modelo e necessidade de maior envolvimento e controle do processo, dividindo a responsabilidade com os resultados e gerenciando o time como uma minifábrica, onde a orientação e treinamentos constantes suportados pelas áreas suporte têm sido importante no crescimento das equipes.

Com implantação das células de manufatura, aumentou o grau de autoridade dos empregados em relação ao gerenciamento do processo e dos recursos disponíveis, em função do processo de *empowerment* desenvolvido no novo conceito de trabalho e da introdução de novas técnicas de gestão de produção (sistemas *just-in-time*, *kanban* e qualidade) as quais permitiram, de um lado, a redução dos estoques e de espaço físico necessário para a produção; de outro lado, a adoção dessas técnicas resultou na melhoria no controle do processo produtivo e na intensificação do ritmo de trabalho na produção, na medida em que reduziu os tempos ociosos das máquinas e dos operários, acompanhada pela redução do número de ocupações com poder hierárquico (gerentes, chefes, mestres e supervisores).

Surgiu nesse contexto, a demanda por trabalhadores "polivalentes", capazes de dividir responsabilidades coletivamente nos "trabalhos em grupo". Atualmente, utiliza-se da matriz de polivalência, que mantém o cadastramento de operadores polivalentes, os quais pode desenvolver qualquer atividade do processo, além de possuírem uma visão sistêmica do produto e do processo, condição básica para o sucesso da filosofia JIT/TQC.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 Conclusões

As questões estratégicas na administração da produção, e as opções das empresas por sistemas modernos no gerenciamento da produção e inovações tecnológicas, São fatos que têm levado a mudanças nas estruturas organizacionais. Em função da utilização de novos modelos, como foi demonstrado no desenvolvimento deste trabalho, surgiram questões que envolveram a formação e implantação de células de manufatura, sistema flexíveis, utilização dos conceitos do JIT e TQC e tecnologia de grupo.

Essas questões demonstram que as organizações estão redesenhando os seus processos de produção, na busca de melhoria na flexibilidade e agilidade no fluxo do produto, redução de estoques e custos de produção, bem como na adoção do conceito de produção enxuta, envolvendo empregados polivalentes, com treinamento e conhecimento de todas as etapas do processo e com capacidade de auto-gerenciar as atividades inerentes à célula de manufatura.

As inovações tecnológicas e mudanças na estrutura organizacional, com a implementação de novas ferramentas administrativas na gestão de produção focalizada, motivaram este trabalho. Foi possível observar que existe uma tendência de mudança na gestão de produção com foco em sistemas flexíveis de manufatura, envolvimento dos operadores no processo de controle e de tomada de decisão. Além disso, observou-se que o uso de técnicas modernas de gestão do processo produtivo, como o JIT/TQC, exige operadores polivalentes e trabalho em grupo, principalmente em indústrias com processo repetitivo em lotes.

Na aplicação do modelo, observou-se também que a empresa utilizou o conceito de melhoria conforme o PDCA, fazendo mudanças e automatizando máquinas convencionais, além, da aquisição de novos e modernos centros de usinagens e robôs, bem como implementando conceitos que envolveram as mudanças do sistema convencional para o sistema focalizado em células com times integrados de manufatura. Isso tornou os times mais autônomos no processo de gerenciamento,

tornando a produção mais racional com melhoria na produtividade. Com a modernização e automação das máquinas e com auxílio de computadores, ocorreu a melhoria no controle do produto, e, conseqüentemente, melhoria no sistema de qualidade, facilitando a implementação e utilização dos indicadores de manufatura e o auto-gerenciamento do TIM.

A aplicação dos indicadores foi baseada em planilhas *Excel*[®], e a grande vantagem residiu na simplicidade do sistema gerado, associado a um pequeno custo e baixo conhecimento de informática para sua operacionalização. Antes da implantação dos times integrados de manufatura, a empresa utilizava especialistas em estatística para análise das ocorrências no processo. Todos os cálculos foram executados de forma independente, sem se considerar simultaneamente todas as variáveis e sem o envolvimento dos operadores.

Atualmente, o uso da planilha no controle do processo produtivo envolvendo cada operação, e a informatização no processo de coleta de dados, feita pelos operadores, facilitam a obtenção e a análise dos resultados e também a tomada das decisões necessárias para solucionar as ocorrências no processo. Esses fatores levaram a empresa a implementar as células de manufaturas em outras áreas e, atualmente, existem 34 times integrados de manufatura em funcionamento, alguns já totalmente implementados conforme o modelo desenvolvido e aplicado no time piloto. O que demonstra que o modelo implementado e os conceitos da filosofia JIT/TQC foram absorvidos, tornando-se efetivos no sistema de gerenciamento do processo produtivo da empresa.

De forma prática, ao longo do trabalho de aplicação da metodologia, constatou-se simplificação no controle de materiais, melhoria da qualidade nos processos executados na empresa e incremento na motivação da mão-de-obra, o que permite uma avaliação extremamente positiva sobre o impacto causado pela utilização desse modelo nas empresas.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

Partindo da necessidade de uma atitude de melhoria contínua, seria oportuno salientar que há uma série de outros fatores relacionados ao tema deste trabalho, os quais necessitam de um melhor aprofundamento científico.

Como sugestão, recomendam-se os seguintes tópicos para futuras pesquisas:

- Elaborar pesquisas que desenvolvam ou adaptem o modelo proposto neste trabalho, para utilização em processos, sob encomenda, com padronização mínima, ou em processos contínuos com operadores polivalentes com rotinas operacionais;
- Aplicar o modelo proposto em outros segmentos industriais que se caracterizem por ter um sistema repetitivo em lotes, no sentido de generalizar as conclusões e desvinculá-las do tipo de produto ou do ramo industrial apresentado neste trabalho;
- Analisar os dispositivos *poka yoke* e a automação/informatização na produção focalizada: a utilização de dispositivos *poka yoke*, conforme o conceito de automação, é muito importante no sentido de otimizar o controle da qualidade nas unidades de produção e de facilitar o deslocamento dos operadores nas células de manufatura. O estudo das melhorias obtidas com a utilização desses dispositivos em sistemas de produção focalizados com células de manufatura trará boas contribuições;
- Estudar a evolução e as tendências dos sistemas de manufatura: a tecnologia de produção FMS (sistemas flexíveis de manufatura) tende a um processo contínuo de evolução, até o momento que se torne preponderante no cenário industrial.
- Desenvolver pesquisa, para avaliar outros indicadores de gerenciamento das células de manufatura, implementados durante o desenvolvimento do trabalho, como: OEE, que tem foco na disponibilidade das máquinas; DTD, que tem por finalidade o gerenciamento do fluxo das peças no processo; e o BTS, que é utilizado no gerenciamento da programação do produto.
- Desenvolver pesquisa, para avaliar ganhos financeiros, com a implantação de um modelo organizacional, em células de manufatura, para comparar o investimento e os benefícios que resultaram após a implantação da nova estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-SHAGHANA, K. **The problems associated with the implementation of cellular manufacturing in a traditional environment and a framework to overcome these problems** **Proceedings of: The 14th international conference on Production Research**, p.4-8, Osaka, 1997.

BISCHAK, D. P. **Performance of a manufacturing module with moving workers** **IIE Transactions**, v.28, p. 723-733, 1996.

BLACK, J. T., **"The Design of Manufacturing Systems: Axiomatic Approach,"** **ASME - PED, Vol. 53, Design, Analysis, and Control of Manufacturing Cells**, p. 1-14, 1991.

BLACK, J.T., **The design of the factory with a future**. McGraw-Hill. 1991.

BOCCARD, Ronald. **Push vs. Pull; is one better than the other.** **Production & Inventory Management Review with APICS News**, v10, p. 11, 1991.

BOUCHER, T. O. - MUCKSTADT, J. A. **Cost estimating methods for evaluating the conversion from a functional manufacturing layout to group technology** **IIE Transactions**, vol. 17, n.º 3, p. 268 - 276, 1984.

BUFFA, Elwvood S. **Operations management, problems and models**. London, Wiley, 1968.

CHOI, M. J. **An exploratory study of contingency variables that affect the conversion to cellular manufacturing systems** **International Journal of Production Research**, vol. 34, n.º 6, pp. 1475-1496, 1996.

CHOW, W. S. - HAWALESHKA, O. **A novel machine grouping and knowledge-based approach for cellular manufacturing** **European Journal of Operational Research**, n.º 69, pp. 357-372, 1993.

CRAMA, Y. - OOSTEN, M. **Models for machine part grouping in cellular manufacturing** **International Journal of Production Research**, vol. 34, n.º 6, pp. 1693-1713, 1996.

CROUHY, M., GREIF, M. **Gérer simplement les flux de production - (Management of the production flow)**, Editions du Moniteur, p. 227, 1994

FERNANDES, Flávio C. F.; DALALIO, Andréia G. **Balanceamento e rebalanceamento de linhas de montagem operadas por grupos de trabalho autogerenciados.** *Gestão & Produção*, v.7,n.3, p.378-398. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

FORD MOTOR COMPANY, **Manual de gerenciamento de times integrados de manufatura**, Ford Taubaté, São Paulo, 1999 e 2001

GAITHER, N ; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**, São Paulo, Editora Thomson Pioneira, p.109-112 ; p.405-406, 2001.

GARG, Suresh; VRAT, Prem; KANDA, Arun. **Equipment flexibility vs. Inventory: A simulation study of manufacturing systems.** *International journal of production economics*, p. 125-146, 2001.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time Caxias do Sul**, EDUCS, 1996.

HARMON, R. L. **Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática**, Rio de Janeiro: Campus, 1991.

HERAGU, S. S. **Group technology and cellular manufacturing** *IEEE Transactions on Systems*, vol. 24, n.º 2, p. 203-215, 1994.

LAVASSEUR, G. A. - HELMS, M. M. - ZINK, A. A. **Conversion from a functional to a cellular layout at Steward, inc.** *Production and Inventory Management Journal*, third quarter, pp. 37-42, 1995.

LIN, Y. J. - MANDALINICH, M. **An implementation of drive key cellular manufacturing** *International Journal Machine Tools Manufacturing*, vol. 34, n.º 1, pp. 43-54, 1994.

LUBBEN, R. T. **Just-in-time: uma estratégia avançada de produção São Paulo**, McGraw-Hill, 1989. MIRSHAWKA, V. - OLMEDO, N. L. **TPM à moda brasileira São Paulo**, Makron Books,p.36 1994.

MILTENBURG, John. U-shaped production lines: **A review of theory and practice.** *International journal of production economics*, 70, p. 201-214, 2001.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time**, p. 56-72, 1998.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: Sistema SLP São Paulo**: Edgard Blücher, 1978.

NAKAJIMA, S. **TPM development program Massachussets**, Productive Press, 1989.

OHNO, Taiichi - **Toyota Production System: beyond Large Scale Production**, Productivity Press, 1988 - USA. - Traduzido e adaptado por Sylvio Silveira Santos

OHNO, Taiichi - **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala** Tradução por Cristina Schumacher, São Paulo: Editora Bookman 1997

OLORUNNIWO, F. O. **Changes in production planning and control systems with implementation of cellular manufacturing** *Production and Inventory Management Journal*, first quarter, pp. 65-70, 1996.

ROBBINS, S. P. **Administração Mudanças e perspectivas**, São Paulo: Editôra Saraiva p.260-274, 2001.

SHAFFER, S. M. - CHARNES, J. M. **Cellular versus functional layouts under a variety of shop operating conditions** *Decision Sciences*, v.24, n.º 3, p. 665-681, 1991.

SILVEIRA, G. J. C. da **Uma metodologia de implantação da manufatura celular**. 1994, xx f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

SINGH, N. **Design of cellular manufacturing systems: an invited review** *European Journal of Operational Research*, vol. 69, pp. 284-291, 1993.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: o Sistema Shingo para melhorias contínuas**, Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**, Porto Alegre: Bookman, 1997.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**, Porto Alegre: Bookman, p.12-17, 2000.

SHINGO, Shigeo. **Study of Toyota System from Industrial Engineering Viewpoint**. Tokio: Japan Management Association, p.272-286, 1981.

MOAL, Pierre Le. e TARONDEAU, Jean-Claude. **Un défi à la fonction production**. *Revue Française de Gestion*, n. 19, jan.-fev., p.9-14, 1979.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**, São Paulo: Atlas,1990.

THORN, R. **Cellular solutions: some considerations for cellular manufacturing** *Sheet Metal Industries*, March, p. 9-10, 1996.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistema de Produção: A Produtividade no Chão de Fábrica**, Porto Alegre: Bookman Editora, 1999.

WEMMERLOV, U., and HYER, N. L., **Procedures for the part family, machine group identification problem in cellular manufacturing**. *Journal of Operations Management*, 6 , 125-147. 1986

WEMMERLOV, U., and HYER, N. L., **Research issues in cellular manufacturing**. *International Journal of Production Research*, 25, 413-431. 1987

Wemmerlov, U. and Hyer, N. **"Cellular Manufacturing in the US Industry: A Survey of Users"**. *International Journal of Production Research*, 27(9):1511{1530), 1989.

Wemmerlov, U. and John, D. **"Cellular Manufacturing at 46 User Plants: Implementa-tion experiences and Performance Improvements"**. *International Journal of Production Research*, 35(1):29{49, 1997.

YOUSSEF, M. A. **Measuring the intensity level of just-in-time activities and its impact on quality** *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 11, n.º 5, pp. 59-80, 1994

ANEXOS

ANEXO 1 - Aplicação de Zero Defeito (Poka Yoke)

INSTRUÇÃO INTERNA

Título : Aplicação da Metodologia do Zero Defeito

Número : QA

Data de Emissão : 24/07/00

Data de Revisões : 29/05/2001

Número da Revisão : 1.1

Emitente :	Função:	Ramal :	Assinatura:
------------	---------	---------	-------------

1.0 Objetivo	6.0 Exclusões
2.0 Áreas de Aplicação	7.0 Descrição
3.0 Formulários Usados	8.0 Regras Gerais
4.0 Documentos de Referências	9.0 Registros
5.0 Definições	10.0 Histórico de Revisões

1.0 Objetivo

Sistematizar a aplicação da metodologia do Zero Defeitos na Fábrica.

2.0 Áreas de Aplicação

Fábrica de Chassis, Motores e Transmissões.

3.0 Formulários Usados

- FTPM-CAR
- Lista Aplicação de Zero Defeito
- Status de Aplicação de Zero Defeito

4.0 Documentos de Referências

Manual do Zero Defeito
Manual de Padrões do Gerenciamento Visual

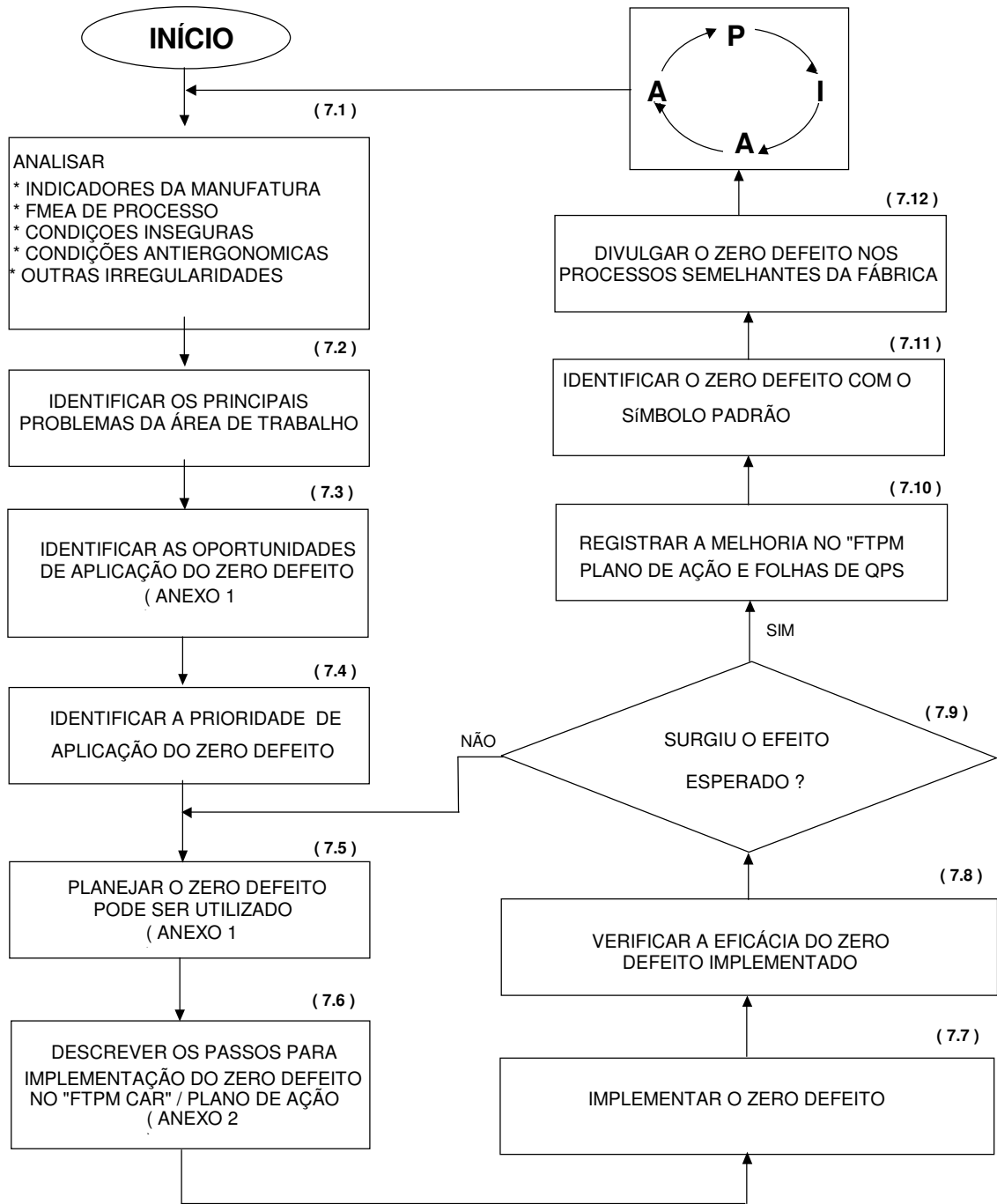
5.0 Definições

ZD : Zero Defeito
DAE : Dispositivo A prova de Erro
FTPM CAR : Manufatura Produtiva Total Ford
FMEA : Análise do Modo e do Efeito da Falha
QPS : Folhas da Qualidade do Processo
FPS : Sistema de Produção Ford

6.0 Exclusões

Não Aplicável

7.0



(7.1) Analisar :

As oportunidades de aplicação do ZD devem ser identificadas principalmente na análise dos Indicadores da Manufatura da área.

No desenvolvimento do FMEA de Processo, o ZD deve ser aplicado de forma a prevenir ou detectar a ocorrência de irregularidades antes de implementar um produto / processo novo / modificado.

O conceito do "Zero Defeitos" também deve ser estendido para itens de Manutenção que geram parada de produção, condições inseguras ou anti-ergonômicas no processo e outras irregularidades que geram perdas.

(7.2) Identificar os principais problemas da área de trabalho:

A partir da análise global dos indicadores e quantificação de outras irregularidades da área. Para uma melhor visualização e fácil priorização das irregularidades é adequada a utilização de paretos com a quantificação de cada problema.

(7.3) Identificar as oportunidades de aplicação do zero defeito

A partir da quantificação e priorização das irregularidades levantadas no item "7.2".

As oportunidades de aplicação são identificadas com a verificação de cada irregularidade em específico. É necessário o conhecimento da causa real (Defeito) desta irregularidade, verificando a possibilidade de aplicação dos métodos Físico ou Operacional do ZD de forma a ter uma atuação específica, ser simples, barato e seguro.

Para o conhecimento da causa real, é recomendável utilizar o método "5 Por ques" ou " 8 Passos".

Utilizar o formulário "Lista de Aplicação do Zero Defeitos" Anexo 1.

(7.4) Identificar a prioridade de aplicação do zero defeito

Entre as oportunidades identificadas, uma segunda priorização para aplicação do ZD deve ocorrer baseada no grau de severidade dos itens identificados na Lista de Aplicação do ZD, sendo:

- 1 - Segurança
- 2 - Qualidade
- 3 - Ergonomia
- 4 - Manutenção

(7.5) Planejar o zero defeito que pode ser utilizado

De acordo com a análise da causa da irregularidade, o ZD poderá ser Físico através do uso de DAE ou modificações do processo/projeto. O ZD também pode ser Operacional quando a padronização do procedimento correto de trabalho eliminar ou detectar a ocorrência de irregularidades.

Utilizar o formulário "Lista de Aplicação do Zero Defeitos" Anexo 1.

(7.6) Descrever os passos p/ implementação do zero defeito no FTPM Car/Plano de ação

Quando a implementação do ZD requerer uma descrição mais detalhada das ações, é recomendável a elaboração de um Plano de Ação, caso contrário, a descrição das mesmas no formulário do FTPM CAR é satisfatório.

(7.7) Implementar o zero defeito

De acordo com as ações planejadas.

(7.8) Verificar a eficácia do zero defeito implementado

Após a implementação do ZD, é recomendável o acompanhamento do processo, para verificar o novo nível de incidência da irregularidade.

(7.9) Verificar se surgiu efeito esperado

O efeito esperado é que a incidência da irregularidade se reduza a níveis significativos, dependendo do tipo do ZD implementado. Desta forma, é esperado que os DAE de prevenção eliminem 100% a ocorrência da irregularidade a partir da sua implementação.

(7.10) Registrar a melhoria no FTPM Car/ Plano de Ação e Folhas de QPS

O formulário do FTPM CAR deve registrar a ação de melhoria com a representação ilustrada da situação anterior (Representando a irregularidade), e a situação posterior (ZD implantado).

Também se deve apontar os benefícios gerados de forma quantificada, redução do custo, melhoria dos indicadores do FPS, redução do tempo de Máquina Parada, etc.

As folhas de QPS devem ser revisadas quando afetadas, e o símbolo do ZD deve ser apontado no elemento da atividade envolvida.

(7.11) Identificar o zero defeito com o símbolo padrão

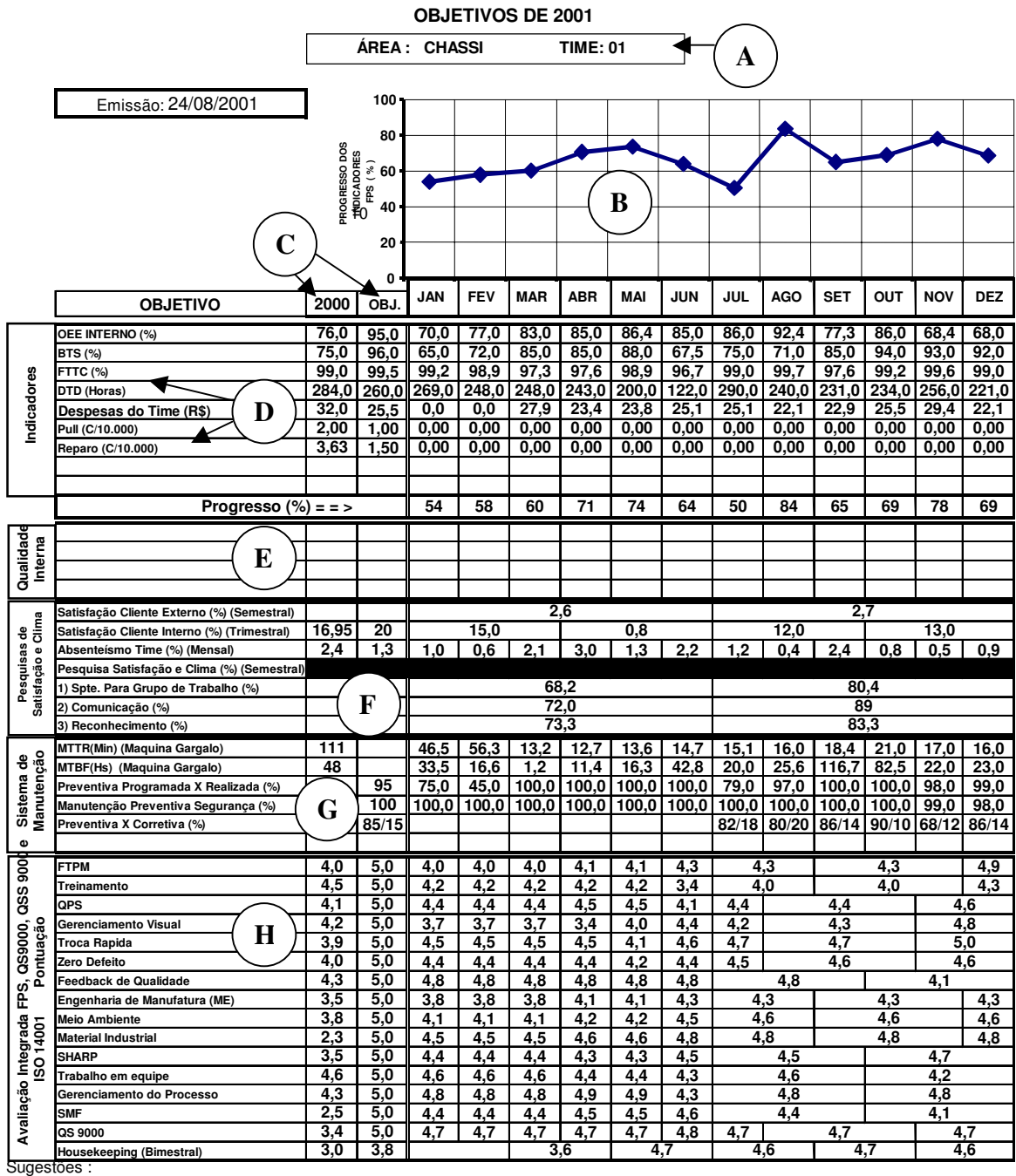
O ZD implementado deve ser identificado com o símbolo padrão definido no "Manual de Padrões do Gerenciamento Visual", da seguinte forma:

Máquinas e equipamentos : Na parte frontal.

Folhas de QPS : No elemento da atividade.

(7.12) Divulgar o zero defeito nos processos semelhantes da fábrica

ANEXO 2 - Planilha de Objetivos do Time



Campos de registro de dados na planilha de objetivos

Campo A - Localização / área / time

Campo B - Representação gráfica dos objetivos alcançados (indicadores FPS)

Campo C – Objetivos atual e anterior

Campo D - Registro dos dados dos indicadores da manufatura

Campo E - Registro dos dados de Qualidade interna

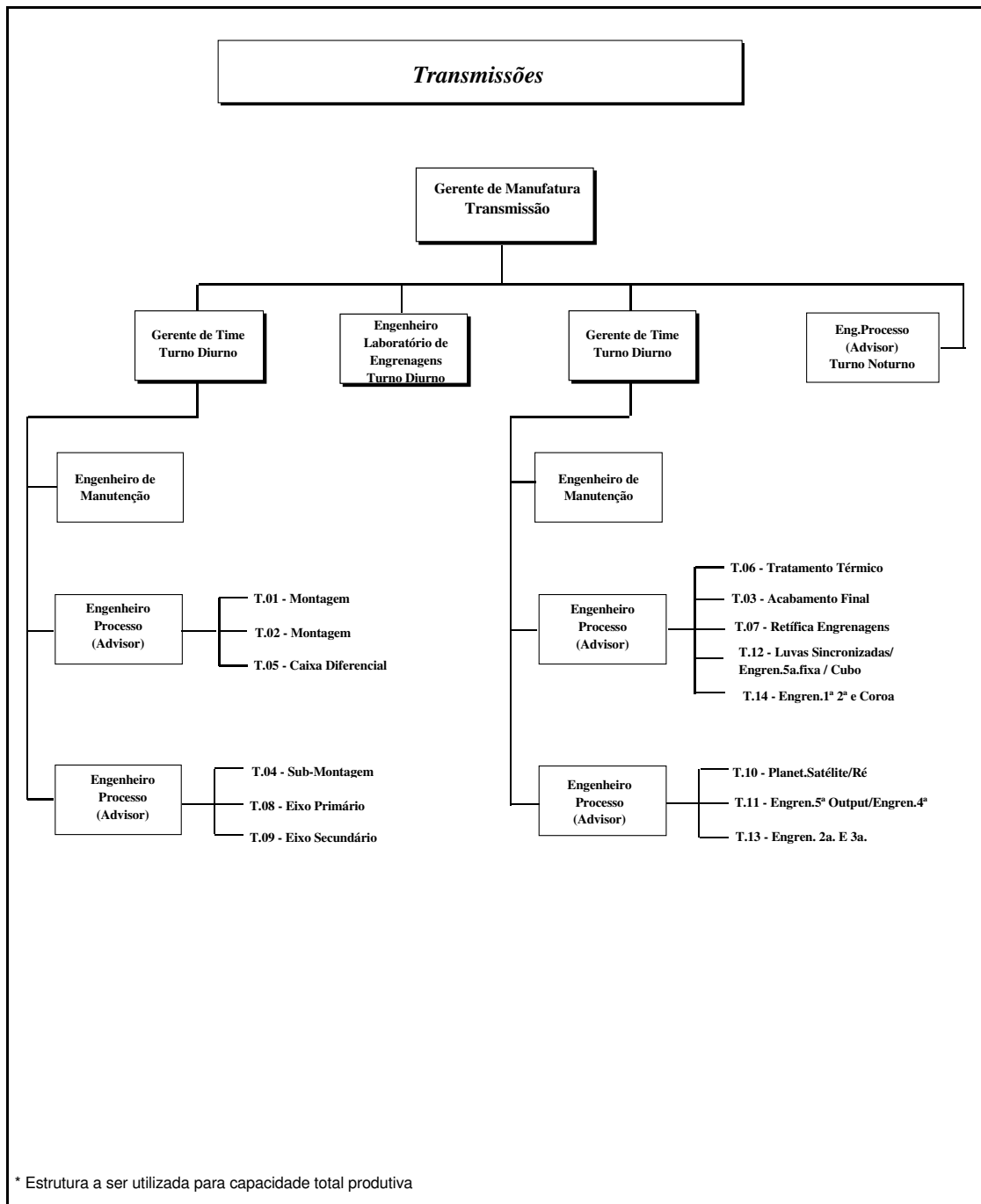
Campo F - Registro dos dados referente ao relacionamento e clima no grupo

Campo G - Registro dos dados referentes a manutenção corretiva / preventiva

Campo H - Registros dos dados referentes aos indicadores corporativos

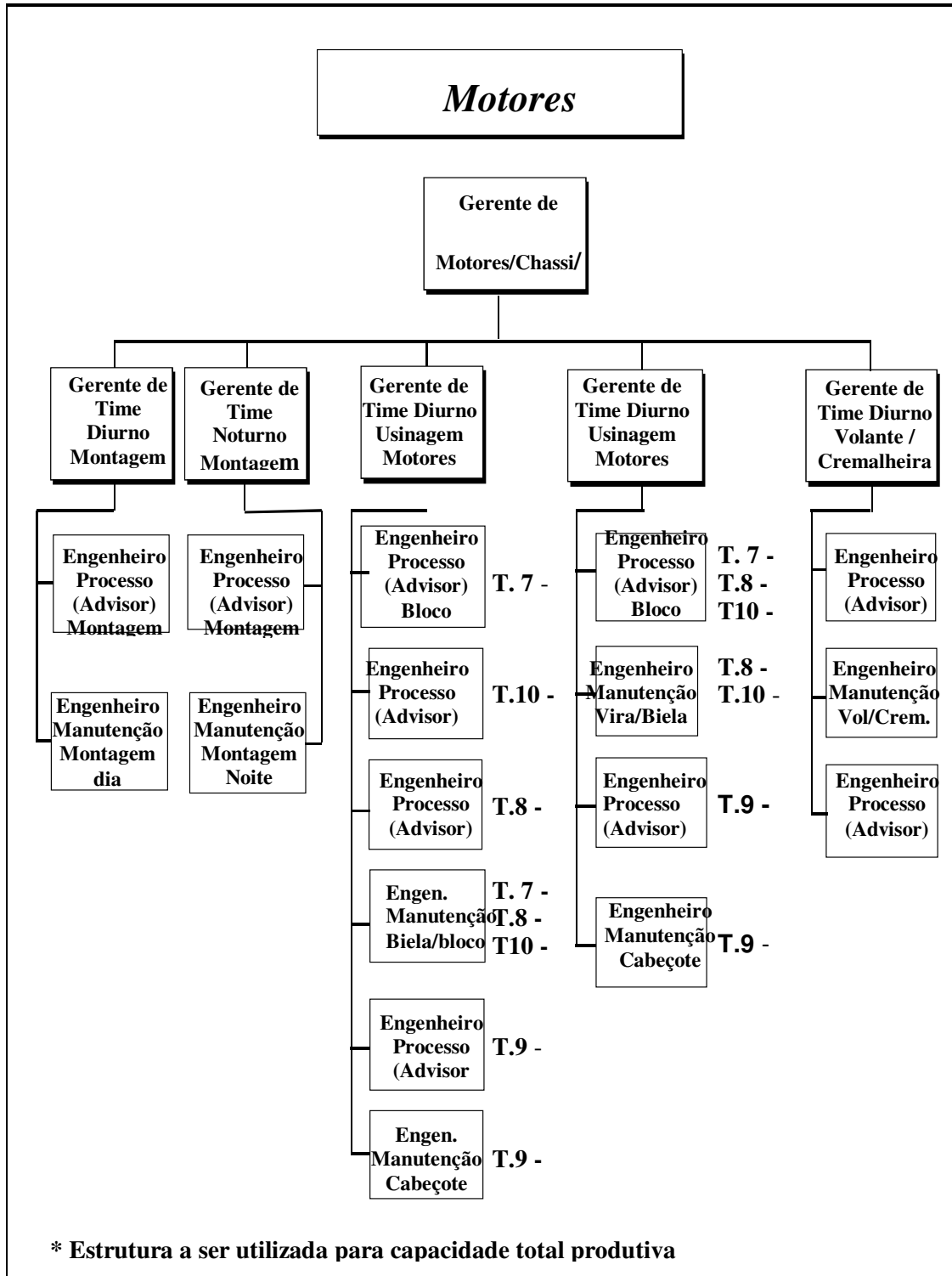
Campo I - Avaliadores (frequência mensal):

ANEXO 3 – Organização da Fábrica de Transmissão

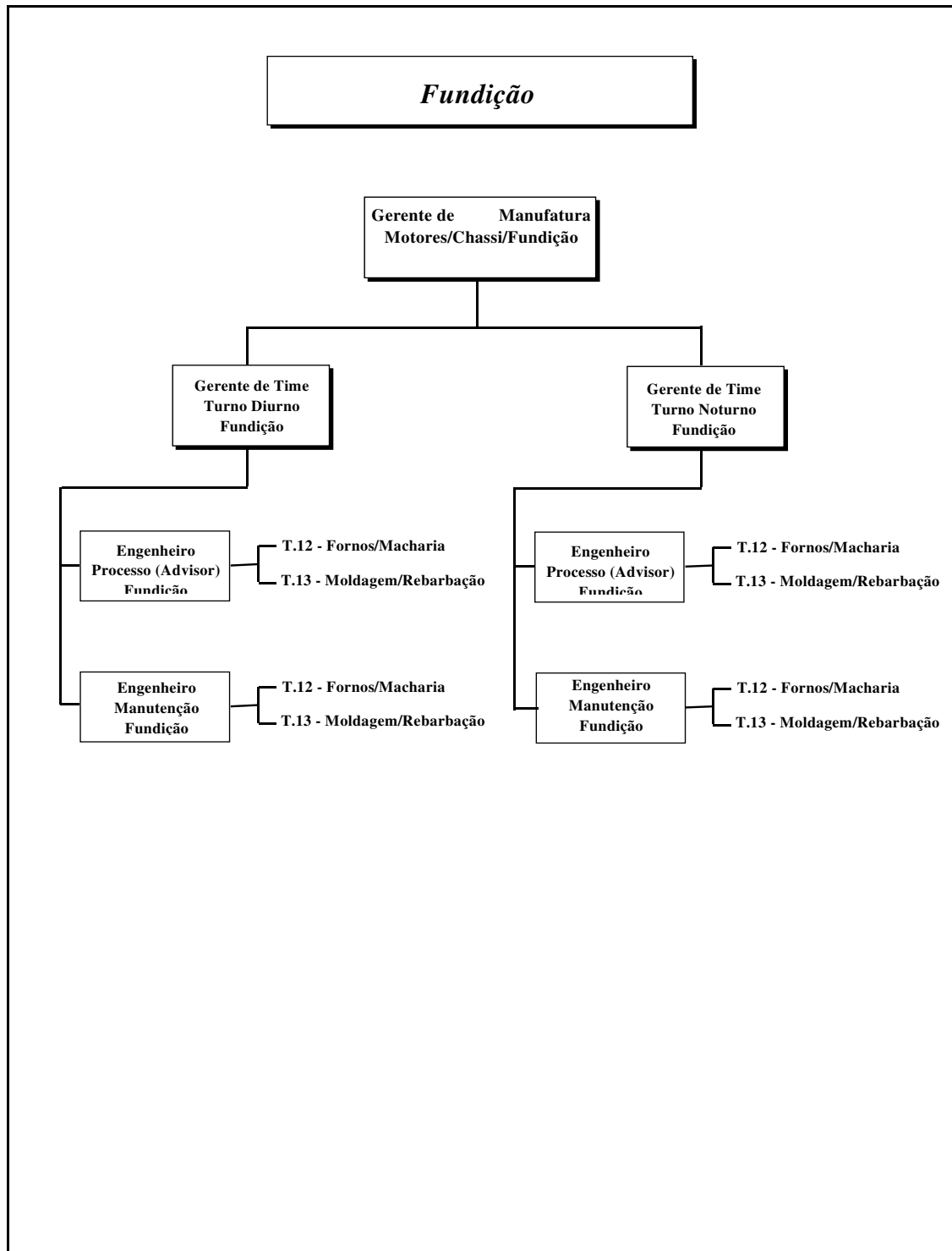


Organização da Fábrica de Transmissão – (Ford Taubaté – Manual TIM/FPS 2001)

ANEXO 4 – Organização da Fábrica de Motores



ANEXO 5 – Organização da Fundição



Organização da Fundição – (Ford Taubaté – Manual TIM/FPS 2001)