



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS CÉLULAS DE MANUFATURA
SOBRE A PRODUTIVIDADE DOS PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO DE SANDÁLIAS EM UMA INDÚSTRIA NO
ESTADO DE PERNAMBUCO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA

AUTOR: JOSÉ DE ARIMATEA DE MESQUITA E SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. MAURÍLIO JOSÉ DOS SANTOS

RECIFE, SETEMBRO/2003

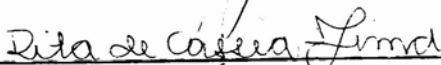
“ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS CÉLULAS DE MANUFATURA SOBRE A
PRODUTIVIDADE DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE SANDÁLIAS EM
UMA INDÚSTRIA NO ESTADO DE PERNAMBUCO”.

JOSÉ DE ARIMATÉA DE MESQUITA E SILVA

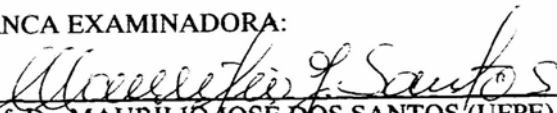
ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA

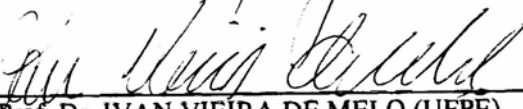
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MATERIAIS E FABRICAÇÃO
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA/CTG/EEP/UFPE

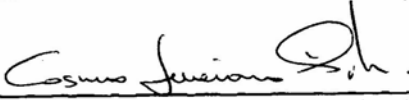

Prof. Dr. MAURÍLIO JOSÉ DOS SANTOS
ORIENTADOR/PRESIDENTE


Profa. Dra. RITA DE CÁSSIA FERNANDES DE LIMA
COORDENADORA DO CURSO

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. MAURÍLIO JOSÉ DOS SANTOS (UFPE)


Prof. Dr. IVAN VIEIRA DE MELO (UFPE)


Prof. Dr. COSMO SEVERIANO FILHO (UFPB)

Ao meu pai, Benedito José de Mesquita que, ao viver, muito me ensinou, através dos seus exemplos de vida, pela obediência a Deus, pela busca do aprendizado permanente, pelo respeito e amor ao próximo, e, ao se encontrar com Deus, deixou com seus filhos, saudades e admiração.

À minha mãe, Maria das Dores Silva que, ainda muito me ensina, através de seus exemplos de vida, pelo amor e dedicação à criação dos seus filhos dentro dos preceitos de Deus e da vida secular, e pelo amor dedicado às pessoas que a buscam, engrandecendo assim a própria vida.

À minha esposa, Eunice, aos meus filhos, Arimatéia Pisom, Alice Mayara e Athos Giom que, muito me ensinam com o amor e carinho que me dedicam, e pela paciência que tiveram durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu irmão Jacó José da Silva Mesquita que, ao viver, sonhou e, ao dormir, partiu, deixando com seus irmãos e amigos, grandes momentos que se transformaram em doces saudades.

A estas pessoas dedico este trabalho, como uma pequena parcela da minha gratidão e reconhecimento.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições que, de forma direta e indireta, muito contribuíram para que este trabalho fosse elaborado:

Ao Professor Maurílio José dos Santos, pelo estímulo, pela orientação e acompanhamento da pesquisa e pela sua participação na banca examinadora.

Aos Professores Cosmo Severiano Filho e Ivan Vieira de Melo, pela honrosa participação na banca examinadora como examinadores externo e interno, respectivamente.

Pelo corpo docente do programa de pós-graduação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, cujas aulas ministradas proporcionaram contribuições decisivas para minha formação como pesquisador.

À Professora Noêmia Mesquita, que acreditou e estimulou o potencial do autor nas aulas por ela ministradas.

Ao Professor e colega de curso, Senhor Aluísio Viana dos Passos, pelos constantes estímulos na perseverança pela conclusão do curso.

À empresa onde foi realizado o estudo de caso e ao Senhor Jarbas Martins que, na pessoa do diretor executivo, consentiu que os trabalhos realizados na empresa fizessem parte do estudo de caso apresentado neste trabalho.

Ao Senhor Adilson Arouca que, durante e após a gerência direta sobre o autor, sempre o estimulou e demonstrou interesse na realização e conclusão do seu estudo de caso dentro da empresa.

Ao Senhor Hélio Lúcio que, quando na pessoa da gerência direta do autor, acreditou no seu potencial, permitiu e apoiou, que o estudo de caso fosse concretizado.

Ao meu Deus, criador dos céus e da terra e de tudo que neles há, que, com a sua infinita misericórdia e, de forma maravilhosa, sempre está presente na minha vida, movendo-me em todos os momentos, sejam fáceis ou difíceis.

RESUMO

Esta dissertação teve a finalidade de investigar qual a influência da manufatura celular na produtividade dos processos de fabricação de sandálias em uma indústria no Estado de Pernambuco.

A pesquisa foi realizada na indústria de sandálias Dupé S/A, localizada na cidade de Carpina, no Estado de Pernambuco.

O trabalho investigou a implantação de células de manufatura com o uso das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.

Os dados levantados foram obtidos através de documentos dos controles internos da empresa, antes, durante e após o processo de implementação das células de manufatura.

As células de manufatura implantadas ajudaram a empresa a aumentar a sua produtividade e melhorar a qualidade de seus produtos, contribuindo para que ela se tornasse mais flexível e rápida nos seus processos de fabricação de sandálias.

Com a implantação das células, a empresa conseguiu lançar novos modelos de sandálias e conquistar novos mercados internos e externos, honrar seus compromissos de entrega e, ao mesmo tempo, auferir lucros para o crescimento contínuo do volume de negócios.

ABSTRACT

This dissertation has as subject the study of manufacturing cells influence on productivity of sandals manufacturing in a industry located in Pernambuco, Brazil.

The research was done in Dupé S/A, located in the city of Carpina, Pernambuco, Brazil. It studied the implementation of cells with focus on slim production philosophy, technique and method.

Study data had been collected from company production control forms, before, during and after the manufacture cells implementation process.

Manufacturing cells implementation had helped the company to increase its productivity, presenting a more flexible and efficient manufacturing process, deliver products on time, and also improve the products quality. Dupé also managed to launch new sandals models, conquer new local and foreign markets, and therefore gain profits in order to keep the continuous business growth.

SUMÁRIO

Lista dos quadros.....	xi
Lista das tabelas.....	xii
Lista das figuras.....	xiii
Lista dos gráficos.....	xiv
Lista das siglas.....	xv
1 – Introdução ao estudo.....	16
2 – O problema.....	19
2.1 – Identificação e análise do problema.....	19
2.2 – Pergunta de pesquisa.....	19
3 – Justificativa.....	20
4 – Objetivos.....	21
4.1 – Objetivo geral.....	21
4.2 – Objetivos específicos.....	21
4.3 – Limitações do estudo.....	21
5 – Fundamentação conceitual e teórica.....	22
5.1 – A produção artesanal.....	22
5.2 – A primeira revolução industrial.....	23
5.3 – A divisão do trabalho.....	24
5.4 – A segunda revolução industrial	25
5.5 – A administração científica.....	26
5.6 – A Produção em Massa.....	27
5.7 – A Produção enxuta	30
5.7.1 – A origem da produção enxuta.....	31
5.7.2 – Filosofia, técnicas e métodos da produção enxuta.....	34
5.7.2.1 – A produção enxuta como uma filosofia de produção.....	35
5.7.2.1.1 – A filosofia da completa eliminação do desperdício.....	35
5.7.2.1.1.1 – O objetivo através da completa eliminação do desperdício.....	35
5.7.2.1.1.2 – O princípio do não custo	36
5.7.2.1.1.3 – A lógica das perdas.....	37

5.7.2.2.11 – Diagrama de fluxo de processo.....	67
5.7.2.2.12 – Poka-yoke (à prova de defeitos).....	68
5.7.2.3 – A produção enxuta como um método de planejamento e controle da produção...	69
5.7.2.3.1 – O sistema de controle just-in-time.....	70
5.7.2.3.2 – O sistema kanban de controle de produção.....	71
5.7.2.3.3 – O sistema programação nivelada.....	72
5.7.2.3.4 – O sistema de programação nivelada e modelos mesclados.....	74
5.8 – Tecnologia de grupo.....	75
5.9 – Manufatura celular.....	76
5.10 – Produtividade.....	77
6 – Metodologia.....	80
6.1 – Tipo e natureza do estudo.....	80
6.2 – Variáveis de investigação do estudo.....	81
6.3 – Definição das variáveis.....	82
6.4 – Instrumentos da coleta de dados.....	84
6.5 – Caracterização do universo de estudo.....	85
6.6 – Reprodutibilidade.....	85
6.7 – Ordenamento e tratamento dos dados.....	85
6.8 – Tipo de análise.....	86
7 – Resultados.....	87
7.1 – Descrição e análise da empresa.....	87
7.1.1 – Descrição da empresa.....	87
7.1.1.1 – Os processos produtivos da fábrica.....	87
7.1.1.1.1 – A produção de sandália de borracha	87
7.1.1.1.2 – A produção de sandália de EVA	90
7.1.1.1.3 – A produção de sandália de PVC expandido	92
7.1.1.1.4 – A produção de outros segmentos de materiais	93
7.2 – A primeira célula de produção – colocação de etiqueta flash	94
7.2.1 – O primeiro desenvolvimento do processo de colocação de etiqueta flash	94
7.3 – A segunda célula de produção – fabricação de sandálias de PVC expandido.....	104
7.3.1 – O primeiro desenvolvimento do processo de sandálias de PVC expandido.....	104

7.4 – A terceira célula de manufatura – a produção de sandálias Reef.....	113
7.4.1 – Início da célula de produção das sandálias Reef	113
7.4.2 – Principais melhorias realizadas na célula de produção das sandálias Reef.....	117
7.4.2.1 – Melhoria no método da colocação da arruela plástica na dedeira da forquilha....	117
7.4.2.2 – Melhoria no set-up da furação e montagem dos solados das sandálias Reef.....	118
7.4.2.3 – Melhoria nos set-up de gabaritos, telas de serigrafia e tintas.....	119
8 – Conclusões.....	124
8.1 – Quanto a primeira célula de manufatura implantada.....	124
8.2 – Quanto a segunda célula de manufatura implantada.....	124
8.3 – Quanto a terceira célula de manufatura implantada.....	124
8.4 – Quanto às filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.....	125
8.4.1 – Quanto à eliminação total dos desperdícios.....	125
8.4.2 – Quanto á melhoria contínua.....	125
8.4.3 – Quanto ao envolvimento de todos.....	125
8.4.4 – Quanto às técnicas implementadas.....	127
9 – Recomendações.....	129
9.1 – Quanto às filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.....	129
9.1 – Recomendações Gerais.....	130
Referências bibliográficas.....	131

LISTA DOS QUADROS

Quadro 5.1 – Os papéis e responsabilidades dos operadores e mecânicos de manutenção na MPT.....	62
Quadro 5.2 – Símbolos e significados para o diagrama de fluxo de processo.....	68
Quadro 5.3 – Medidas de produtividade da produção enxuta.....	79
Quadro 6.1 – Filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.....	81
Quadro 6.2 – Variáveis para medir a evolução do desempenho das células de manufatura implantadas.....	82
Quadro 7.1 – Resultados levantados da análise realizada do processo inicial de colocação da etiqueta flash.....	96
Quadro 7.2 – Tempos operacionais do processo de colocação da etiqueta flash.....	96
Quadro 7.3 – Demonstração da capacidade operacional da célula de colagem da etiqueta flash.....	100
Quadro 7.4 – Seqüência operacional, discriminação e quantidades existentes no primeiro levantamento realizado no processo de fabricação de sandálias de PVC expandido.....	105
Quadro 7.5 – Tempos operacionais do processo de sandálias de PVC expandido.....	106
Quadro 7.6 – Distribuição da mão-de-obra por célula de PVC expandido.....	107

LISTA DAS TABELAS

Tabela 5.1 – Número de melhorias sugeridas na Toyota Motor.....	49
Tabela 5.2 – Tempo de montagem por veículo por país.....	50
Tabela 7.3 – Comparativo dos resultados da célula de manufatura tradicional versus resultados da célula de manufatura enxuta no processo de colocação da etiqueta flash nos meses de janeiro/ fevereiro de 2002.....	98
Tabela 7.4 – Comparativo dos resultados da célula de manufatura tradicional versus resultados da célula de manufatura enxuta no processo de colocação da etiqueta flash no período de um ano.....	101
Tabela 7.5 – Comparativo de indicadores de produtividade antes e depois da mudança para o leiaute celular no processo de fabricação das sandálias de PVC expandido no período de um ano.....	108
Tabela 7.6 – Ganhos constatados com a implantação da célula de produção Reef no período de setembro de 2002 a março de 2003.....	115

LISTA DAS FIGURAS

Figura 5.1 - Divisão dos movimentos dos trabalhadores	39
Figura 5.2 – Analogia dos efeitos dos estoques sobre os problemas na produção.....	44
Figura 5.3 – Forma geral de diagrama de causa e efeito.....	60
Figura 5.4 – Leiaute por processo – Exemplo hipotético.....	65
Figura 5.5 – Leiaute celular em forma de “U” – Exemplo hipotético.....	66
Figura 5.6 (a) – Programação tradicional	73
Figura 5.6 (b) – Programação nivelada.....	74
Figura 5.7 – Sequência de um mix repetitivo.....	75
Figura 7.1 – Leiaute e distribuição da mão-de-obra para o processo inicial de colocação da etiqueta flash.....	95
Figura 7.2– Leiaute modificado e distribuição da mão-de-obra direta do processo de colocação da etiqueta flash.....	97
Figura 7.3 – Leiaute inicial do processo de fabricação de sandálias de PVC expandido.....	105
Figura 7.4 – Leiaute modificado e distribuição da MOD do processo de fabricação de sandálias de PVC expandido.....	107
Figura 7.5 – Leiaute geral da fábrica de sandálias de PVC expandido.....	109
Figura 7.6 – Leiaute anterior da célula de produção das sandálias Reef.....	114
Figura 7.7 – Leiaute implementado na célula de produção das sandálias Reef.....	114

LISTA DOS GRÁFICOS

Gráfico 7.1 – Evolução da produção mensal da célula de colagem da etiqueta flash.....	101
Gráfico 7.2 – Evolução da média de pares por dia da célula de colagem da etiqueta flash.....	102
Gráfico 7.3 – Evolução da média de pares por pessoa por dia da célula de colagem da etiqueta flash.....	102
Gráfico 7.4 – Evolução dos pares por pessoa por hora da célula de colagem de etiqueta flash...	103
Gráfico 7.5 – Evolução dos segundos gastos por par produzido da célula de colagem da etiqueta flash.....	103
Gráfico 7.6 – Evolução dos pares por m2 da célula de colagem da etiqueta flash.....	104
Gráfico 7.7 – Evolução da produção mensal da fabricação de sandálias de PVC expandido.....	110
Gráfico 7.8 – Evolução da média de pares por dia na fabricação de sandálias de PVC expandido.....	111
Gráfico 7.9 – Evolução dos pares por pessoa por dia na fabricação de sandálias de PVC expandido.....	111
Gráfico 7.10 – Evolução dos pares por pessoa por hora na fabricação de sandálias de PVC expandido.....	112
Gráfico 7.11 – Evolução dos segundos gastos por par produzido na fabricação de sandálias de PVC expandido.....	112
Gráfico 7.12 – Evolução da produção mensal na fabricação de sandálias Reef.....	120
Gráfico 7.13 – Evolução da média de pares por dia na fabricação de sandálias Reef.....	121
Gráfico 7.14 – Evolução da média de pares por pessoa por dia na fabricação de sandálias Reef.....	121
Gráfico 7.15 – Evolução dos pares por pessoa por hora na fabricação de sandálias Reef.....	122
Gráfico 7.16 – Evolução dos pares por pessoa por hora na fabricação de sandálias Reef.....	122
Gráfico 7.17 – Evolução dos pares por pessoa por hora na fabricação de sandálias Reef.....	123

LISTA DAS SIGLAS

IMPV = International Motor Vehicle Program - Programa Internacional de Veículos
Automotores

MIT = Massachusetts Institute of Technology - Instituto de Tecnologia de Massachusetts

PVC = Policloreto de Vinila

STP = Sistema Toyota de Produção

GM = General Motors

JIT = Just-in-time

EVA = Etil Vinil Acetato

PCP = Programação e Controle da Produção

MOD = Mão-de-obra direta

MPT = Manutenção Produtiva Total – Quebra Zero

LEP = Lote Econômico de Produção

GT = Tecnologia de Grupo

MC = Manufatura Celular

1 – INTRODUÇÃO AO ESTUDO

O mundo hodierno exige das empresas um grande desafio na busca de seu crescimento contínuo ou apenas o da sua simples sobrevivência em um ambiente em que o mercado se torna cada vez mais globalizado e complexo, dinâmico e competitivo, composto por consumidores exigentes e com preferências cada vez mais diversificadas. Para isso, se faz necessário atender aos novos critérios do mercado, exigindo que as empresas se tornem cada vez mais flexíveis, rápidas, confiáveis e que ofereçam produtos da mais alta qualidade, com maior valor agregado, e, com os mais baixos preços de venda, definidos pelo próprio mercado consumidor.

A fim de acompanharem as mudanças e se ajustarem à nova configuração do mercado, e para atender às suas novas ordens, as organizações procuram investir em novas tecnologias de processo e de gestão da produção. Para as empresas que querem ser bem sucedidas, a mudança é mais que crucial, é inevitável.

Segundo Robbins (1999, p. 396), a mudança é uma questão de sobrevivência: “Mude ou morra! É o grito de guerra entre os gerentes de hoje, no mundo todo”. É dentro desse cenário de mudança que a função produção passa a ser uma grande aliada da estratégia da organização. Conforme Slack et al., (1997, p. 69), “para qualquer organização que deseja ser bem sucedida a longo-prazo, a contribuição de sua função produção é vital”. E para Chase et al., (1998, p. 23), a área de operações é a principal arma competitiva para o sucesso empresarial no mundo globalizado.

De acordo com Slack et al., (1997, p. 70), a função produção pode ajudar as organizações a serem bem sucedidas, a longo-prazo, através do atendimento de cinco fatores básicos de desempenho. São eles:

- 1- Fazer certo as coisas. Ou seja, satisfazendo a seus consumidores, fornecendo bens e serviços, isentos de erros. Sendo a produção bem-sucedida nessa missão, estará proporcionando à organização uma vantagem competitiva de qualidade.
- 2- Fazer as coisas com rapidez. Ou seja, reduzir o tempo entre o pedido e a entrega dos bens e serviços, aumentando para os consumidores a disponibilidade de seus bens e

serviços. Sendo a função produção bem sucedida nessa missão, estará oferecendo à organização uma vantagem competitiva de rapidez.

- 3- Fazer as coisas em tempo. Ou seja, honrar os compromissos de entregas assumidos com seus clientes. A função produção deve estar preparada para estimar com rigor uma data de entrega, e, até mesmo se for o caso, aceitar a data de entrega exigida pelo cliente, e, entregar exatamente em tempo. Se a função produção puder fazer isso, estará proporcionando aos seus consumidores a vantagem de confiabilidade.
- 4- Mudar o que faz. Ou seja, mudar rapidamente o que faz, a fim de atender às exigências dos consumidores. Se a função produção puder fazer isso, estará proporcionando à empresa uma vantagem de flexibilidade.
- 5- E por fim, fazer o mais barato possível. Ou seja, produzir bens e serviços a custo que possibilite fixar preços apropriados ao mercado e ainda permitir retorno para a organização. Se a função produção conseguir fazer isso, estará proporcionando à empresa a vantagem de baixos preços a seus clientes.

Produção enxuta (do original em inglês, “*lean*”), ou seja, “sem gordura”, “enxuto”, “desprovido de supérfluo”, é um termo usado no final dos anos 80, pelos pesquisadores do IMPV (International Motor Vehicle Program – Programa Internacional de Veículos Automotores), um programa de pesquisa ligado ao MIT (Massachusetts Institute of Technology), para definir um sistema de produção muito mais eficiente, flexível, ágil e inovador, do que o sistema de produção em massa. Ou seja, um sistema mais habilitado para enfrentar melhor um mercado em constante mudança (Womack et al., 1992).

Os estudos realizados pelo IMPV revelaram a produção enxuta como um sistema de produção capaz de atender às novas ordens do mercado.

A produção enxuta é capaz de auxiliar a função produção a cumprir o seu papel estratégico dentro da organização, fazendo com que ela consiga atender aos seus cinco objetivos básicos de desempenho, acima citados. Ou seja: produzir e entregar na hora certa e no lugar certo, uma variedade de produtos, cada vez mais crescentes, em pequenas quantidades demandadas,

garantindo aos produtos uma alta qualidade, com um elevado valor agregado, ao mais baixo preço de venda, hoje definido pelo próprio mercado consumidor.

Ela proporciona o aumento da produtividade, sem a perda dos lucros necessários para o crescimento contínuo das atividades da empresa, assegurando e melhorando a posição competitiva da mesma, no cenário da globalização da economia mundial.

É dentro deste cenário que este trabalho investiga a respeito de uma preocupação constante vivida pelas empresas nos dias atuais:

como produzir de forma a melhorar continuamente a qualidade e aumentar a produtividade, atendendo em tempo hábil a pequenas quantidades demandadas, com grande variedade de produtos, a fim de se manter e/ou melhorar a sua posição competitiva no mercado?

2 – O PROBLEMA

2.1 - Identificação e análise do problema

Uma das principais dificuldades das empresas é o de ajustarem os seus processos produtivos aos novos critérios do mercado, de forma que eles proporcionem rapidez, maior flexibilidade, menor desperdício, maior qualidade dos seus produtos e uma maior produtividade em seus processos.

A empresa em estudo deparou-se com situações problemáticas e sentiu necessidade de implementar filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta. Ela procurou buscar soluções para problemas enfrentados na fabricação de alguns modelos de sandálias.

Entre o final do ano de 2001 e o início do ano de 2002, a empresa necessitou fabricar um novo modelo de sandália infantil de borracha, denominado de Flash, e de introduzir um segmento de sandália de PVC (policloreto de vinila) expandido. Nesses dois processos de fabricação foram introduzidas células de manufatura, cujos processos estão detalhados no estudo de caso.

No segundo semestre de 2002, a empresa deparou-se com um problema ainda maior. Precisava fabricar grandes variedades, de pequenas quantidades de sandálias, para um cliente especial, detentor de uma famosa marca americana, mundialmente conhecida. Seus produtos são inovadores e de alto padrão de qualidade e, por consequência, com um maior valor agregado à grande maioria das sandálias fabricadas pela empresa. Diante desse fato, logo surgiu a pergunta, formulada pela diretoria e por todo corpo gerencial: “O que fazer para atender e conquistar definitivamente esse cliente tão especial e importante para o negócio da empresa?”

2.2 - Pergunta de pesquisa

Diante da situação descrita no capítulo anterior, este estudo propõe a análise do seguinte problema: Qual é a influência da implantação de células de manufatura na produtividade do processo de fabricação de sandálias em uma indústria do Estado de Pernambuco?

3 – JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas, o Sistema Toyota de Produção, denominado pelo MIT de produção enxuta, tem sido apontado por estudiosos reconhecidos internacionalmente, entre eles, Taiichi Ohno, Shingeo Shingo, James Womack, Yasuhiro Mondem, Richard Schonberger, como o caminho para o crescimento contínuo, sistemático e consistente da produtividade das empresas e para a qualidade de seus produtos.

A produção enxuta tem contribuído para o aumento da produtividade e da qualidade do produto na Toyota Motor Corp, e tem sido adotada por empresas de porte, como a General Motors (GM), Xerox, Philco, Volkswagen, Kodak, IBM, Fiat, entre outros.

Segundo Ghinato (1996, p. 2):

O Sistema Toyota de Produção (STP) permitiu a sua criadora subir ao “podium” como a terceira maior fabricante de veículos do mundo, atrás apenas da gigante general motors (GM) e ameaçando de perto a posição da Ford Motor Corp. Diversas companhias japonesas, não somente na indústria automobilística, aderiram ao modelo adotado pela Toyota Motor Corp. e isto explica em parte o sucesso destas empresas no mercado mundial e o conseqüente fortalecimento da economia nacional.

Womack et al. (1992), nos estudos do MIT, destacam a produção enxuta como uma das mais importantes alternativas para a economia mundial, colocando-a como substituta da produção em massa de Henry Ford.

A capacidade de contribuir para o crescimento contínuo das empresas e o destaque como o novo paradigma na gestão de produção têm estimulado pesquisas sobre a produção enxuta, tanto no meio acadêmico, como em muitas empresas, como as supra citadas, na implantação de seus processos produtivos.

O problema investigado nesta dissertação é como a produção enxuta pode contribuir para aumentar a produtividade da empresa, através da implantação de células de manufatura, em uma indústria de sandálias.

4 – OBJETIVOS

4.1 - Objetivo geral

Investigar a influência da implantação de células de manufatura na produtividade do processo de fabricação de sandálias em uma indústria no Estado de Pernambuco.

4.2 - Objetivos específicos

Os objetivos específicos são os seguintes:

- a) Descrever o processo de implantação de células de manufatura em um processo de fabricação de sandálias em uma indústria no Estado de Pernambuco;
- b) Conhecer as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta implantadas nas células de manufatura;
- c) Medir, em termos técnicos, a produtividade na fabricação de sandálias antes da implantação das células de manufatura;
- d) Medir, em termos técnicos, a produtividade na fabricação de sandálias após a implantação das células de manufatura;

4.3 - Limitações do estudo

O tempo necessário para a implementação de células de manufatura é bem maior do que o período de observações utilizado nesta dissertação.

Os dados foram levantados no período de dezembro de 2002 a março de 2003.

As células de manufatura foram implantadas apenas nos processos de injeção de solados, corte, montagem e acabamento de sandálias.

As variáveis escolhidas para avaliar o desempenho da produtividade nas células implantadas foram medidas apenas em termos técnicos.

5 – FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL E TEÓRICA

Na revisão da literatura foram revistos os seguintes assuntos, a fim de melhor entender o sistema de produção enxuta: (a) A produção artesanal, (b) A revolução industrial, (c) A administração científica, (d) A produção em massa, (e) A produção enxuta.

Uma das formas de melhor compreender o sistema de produção enxuta, é o de compará-lo com os outros dois métodos de produção concebidos pelo homem: o da produção artesanal e o da produção em massa, também denominado de taylorismo-fordismo, apresentados a seguir.

5.1 - A produção artesanal

O primeiro método de produção concebido pelo homem foi o artesanal. O artesão era o produtor direto e proprietário de todos os recursos da produção, desde a matéria prima até as simples ferramentas que, na maioria das vezes, eram desenvolvidas e fabricadas por ele mesmo. O artesão trabalhava em casa com a ajuda da família e gozava da vantagem de ter o controle e o domínio sobre todas as etapas de fabricação e até mesmo sobre a distribuição dos produtos por ele fabricados. Conhecia bem os seus clientes, pois, o mercado era restrito e geralmente localizado (CHANTAL BEAUCHAMP, 1998).

Este método de produção foi dominante na Idade Média quando não havia meios e processos de industrialização e, nem uma divisão de trabalho plenamente estruturada, e a produção não era capitalista (Idem).

A produção artesanal é realizada por uma mão-de-obra altamente qualificada, que faz uso de ferramentas simples, porém flexíveis, para fabricar o que o consumidor deseja. O resultado é que o consumidor tem exatamente o que quer, porém, com um preço certamente elevado para a maioria das pessoas (WOMACK, et al. 1992, p. 2).

Nos dias atuais, exemplos da produção artesanal podem ser vistos como: as encomendas de móveis sob medidas, obras de arte, e até mesmo, modelos exóticos de carros (Womack, et al., 1992, p. 2).

Devido a fatores produtivos, as duas características mais marcantes da produção artesanal são: o custo unitário do produto é praticamente o mesmo, para pequenas ou grandes quantidades

produzidas; e, a impossibilidade de fabricar dois produtos idênticos (WOMACK, et al. 1992, p. 2).

Mesmo com a mecanização da produção, fruto da primeira revolução industrial, a produção artesanal era a forma de trabalho em muitas indústrias, principalmente na automobilística, até 1913, quando Henry Ford inventou a linha de montagem como um revolucionário sistema de produção em massa (Idem, p. 10).

Mesmo depois de dois séculos do início da primeira revolução industrial, métodos artesanais ainda estão presentes, praticamente em todo o planeta, em diversos produtos consumidos pelo homem. A título de exemplo, pode-se citar a fabricação de móveis sob medida, obras de arte e até modelos exóticos de carros (WOMACK, et al. 1992, p. 2).

5.2 - A primeira Revolução Industrial

A primeira revolução industrial, chamada também de revolução do ferro e do carvão, ocorreu no período de 1750 a 1850. Dela surgiu a mecanização na indústria e na agricultura, com as seguintes invenções: a máquina de fiar, em 1764, criada por James Hargreaves; o tear hidráulico, em 1769, por Richard Arkwright; a máquina a vapor, em 1777, por James Watt; o tear mecânico, em 1785, por Cartwright e o descaroçador de algodão, em 1793, por Whitney . Com a introdução dessas invenções na indústria têxtil, o custo médio da fiação de algodão inglês é dividido por quatro entre 1785 e 1800, e ainda por três entre 1800 e 1830 (CHANTAL BEAUCHAMP, 1998).

As invenções das máquinas proporcionaram o crescimento dos setores de mineração, da indústria e da construção. Em 1831, esses três setores já empregavam 41% da população ativa. Sendo assim, o artesão e sua pequena oficina patronal foram saindo do cenário industrial da história para cederem lugar ao operário, às fábricas e usinas baseadas na divisão do trabalho (Idem).

Surgiram então novas indústrias, em detrimento das atividades rural e artesanal. As máquinas eram grandes e pesadas, porém, com uma capacidade bem superior às atividades manuais da época.

Segundo Chiavenato (1990, p. 30):

Com a invenção da máquina a vapor por James Watt, e a sua aplicação à produção, surgiu uma nova concepção de trabalho que modificou completamente a estrutura social e comercial da época, provocando profundas e rápidas mudanças de ordem econômica, política e social que, em um lapso de um século, foram maiores do que as mudanças ocorridas em todo o milênio anterior.

Com a implantação das indústrias, nasceu uma nova visão da produção, em que o trabalhador passou a ter uma função específica, fabricando apenas uma parte do produto, onde ele é importante, sabe da importância dos outros, mas não domina todas as partes de fabricação da produção.

5.3 – A divisão do trabalho

Foi no período da primeira Revolução Industrial, no mesmo ano em que foi criada a máquina a vapor, 1776, que o economista escocês Adam Smith publicou a obra “A Riqueza das Nações”. Nela, ele ressaltou as vantagens econômicas que as organizações e a sociedade poderiam colher com a divisão do trabalho e a especialização da mão de obra (SMITH, 1986).

Adam Smith concluiu que a divisão do trabalho e a especialização da mão-de-obra aumentavam a produtividade porque: melhoravam as habilidades e agilidade de cada trabalhador; economizavam o tempo perdido nas mudanças de tarefas e, encorajavam a criação da maquinaria e outras invenções que ajudavam a mão-de-obra (Idem).

A divisão do trabalho, com uma combinação adequada de dezoito diferentes operações, a especialização e a polivalência da mão-de-obra permitiram que apenas dez operários treinados, que se encarregavam de diferentes etapas do processo de fabricação de alfinetes, alguns deles realizando de duas a três operações distintas, produzissem 4.800 alfinetes por dia. Se o processo fosse realizado por apenas uma pessoa, com métodos artesanais, como era a prática na época, não conseguiria sequer produzir vinte alfinetes por dia (SMITH, 1986, p. 17-18).

Por se preocupar em escrever minuciosamente sobre as vantagens econômicas da divisão do trabalho e a especialização da mão-de-obra nos processos produtivos, e até mesmo sobre a polivalência da mão-de-obra, como é o caso da fábrica de alfinetes, é que diversos autores

consideram Adam Smith como sendo o primeiro pensador e pesquisador a se preocupar com o estudo da administração da produção.

Em 1832, o matemático inglês Charles Babbage, seguindo a mesma linha de raciocínio de Adam Smith, na sua obra “Economia da Maquinaria e Manufatura”, ressalta a importância do nível de especialização dos operadores na divisão do trabalho (BUFFA, 1972).

Charles Babbage concluiu que a divisão do trabalho aumentava a produtividade, porque: reduzia o tempo necessário para o aprendizado da função; reduzia o desperdício de material durante o período de aprendizado; permitia que se conseguissem altos níveis de habilidade e; permitia uma melhor adequação entre as habilidades e as capacidades físicas das pessoas e às tarefas específicas (Idem, 1972).

Com a divisão do trabalho e a especialização e polivalência da mão-de-obra, a organização dos processos produtivos tornou-se mais importante do que a habilidade individual.

5.4 – A segunda Revolução Industrial

A segunda Revolução Industrial, chamada também de revolução do aço e da eletricidade, marca sua presença na história da humanidade no período de 1860 a 1914. Três fatores importantes marcaram essa revolução: a descoberta do processo de fabricação do aço em 1856; o aperfeiçoamento do dínamo em 1873 e a invenção do motor a combustão interna por Daimler em 1873 (CHIAVENATO, 1990, p. 31).

Segundo Chiavenato (1990, p. 31), a segunda revolução industrial foi marcada pelas seguintes características:

- 1- Substituição do ferro pelo aço industrial básico.
- 2- Substituição do vapor pela eletricidade e derivados do petróleo como fontes de energia.
- 3- Desenvolvimento da maquinaria automática e da especialização do trabalhador.
- 4- Crescente domínio da indústria pela ciência.
- 5- Transformações radicais dos transportes e das comunicações.
- 6- Desenvolvimento de novas formas de organização capitalista.
- 7- Expansão da industrialização desde a Europa até o Extremo Oriente.

5.5 - A administração científica

Foi no período da segunda Revolução Industrial, em 1879, que o engenheiro e pesquisador norte-americano Frederick Winslow Taylor, introduziu o conceito da administração científica na indústria (TAYLOR, 1995).

Taylor começou a trabalhar em uma siderúrgica, aos 18 anos de idade, onde decidiu ser mecânico. Aos 23 anos ocupava o cargo de capataz, quando começou a aplicar os princípios da administração científica e desde então não parou de fazer observações e experimentações, em uma busca constante pela melhoria do rendimento do trabalho, visando o aumento da produtividade (Idem, 1995).

Antes de Taylor, os operários na indústria norte-americana não tinham a menor preocupação em se esforçar para conseguir uma melhor produção. Pelo contrário: eles usavam de artifícios para que os administradores e os capatazes não descobrissem que eles tinham condições de ter uma maior produção diária. Por outro lado, os administradores e capatazes não tinham a menor preocupação em obter uma maior produtividade dos operários. Eles não se envolviam na execução das tarefas, nem acompanhavam o desempenho dos operários em relação às suas habilidades para a execução delas, deixando tudo ocorrer de forma empírica por parte deles (TAYLOR, 1995).

O salário era pago por dia de trabalho e não pela produção do dia. Em virtude disso, os operários faziam questão de que os administradores e capatazes não descobrissem que a produção que eles faziam em um dia poderia ser realizada em quatro horas. Além disso, os operários acreditavam que se eles dessem uma maior produção, terminariam por serem demitidos. Tudo isso contribuía para uma baixa produtividade nas indústrias norte-americanas (TAYLOR, 1995).

Taylor começou a trabalhar como operário, conhecendo portanto, sua forma de agir. Ele não concordava com essa situação. Em suas pesquisas, procurou adotar técnicas de racionalização do trabalho do operário, por meio do estudo de tempos e métodos, metodologia que chamou de administração científica. Com ela passou a haver uma divisão da responsabilidade com relação às tarefas entre os operários e a administração (TAYLOR, 1995).

Os operários passaram a ser responsáveis apenas pela execução das tarefas, enquanto os administradores e capatazes eram responsáveis pela seleção e treinamento dos operários. Os operários teriam de trabalhar a partir desse momento para alcançar as metas de produtividade estabelecidas pelos administradores e capatazes. E, eram recompensados com aumentos de salários progressivos em função da sua produtividade diária (TAYLOR, 1995).

Para Taylor (1995, p. 58), os elementos de aplicação da administração científica são:

- 1- Estudos de tempo, com os materiais e métodos para realizá-lo corretamente;
- 2- Supervisão numerosa e funcional;
- 3- Padronização de máquinas, ferramentas, instrumentos e materiais;
- 4- Planejamento do desenho de tarefas e cargos;
- 5- Princípios da execução na administração;
- 6- Prêmio por produção pela execução eficiente das tarefas;
- 7- Definição da rotina de trabalho etc.

Segundo Taylor (1995, p. 24), “o principal objetivo da administração científica é assegurar o máximo de prosperidade ao patrão e, ao mesmo tempo, o máximo de prosperidade ao empregado”.

5.6 - A produção em massa

Em pleno período da segunda Revolução Industrial (1860 a 1914), nasceu e viveu Henry Ford (1863-1947), provavelmente, o mais conhecido de todos os empreendedores e precursores da Administração Científica (CHIAVENATO, 1990).

Assim como Taylor, Henry Ford foi um homem apaixonado pelo trabalho, dedicando a sua vida a estudos da divisão do trabalho e à especialização da mão-de-obra.

Taylor procurou descobrir a melhor maneira de executar as tarefas, porém Ford foi mais além e procurou simplificar os produtos e os seus processos de fabricação, a fim de obter o menor custo unitário possível, oferecendo os automóveis à sociedade a um preço acessível à grande maioria da população. Ele obtinha menores lucros nas vendas unitárias, porém, perfazendo grandes lucros através de constantes aumentos nos volumes de vendas (FORD, 1964). Esta forma de agir é um elemento importante do capitalismo (WEBER, 1986).

A respeito do trabalho, Ford disse o seguinte:

A lei natural é a lei do trabalho, e só por meio do trabalho honesto há felicidade e prosperidade. Da tentativa de furtar-se a estes princípios é que os males humanos defluem. Não há sugestões que me impeçam de aceitá-los como princípios naturais. A lei do trabalho é ditada pela natureza e é um dogma que devemos trabalhar. Tudo quanto pessoalmente tenho feito veio como resultado da insistência em que, já que temos de trabalhar, o melhor é trabalharmos com inteligência e previsão; e ainda que, quanto melhor trabalhamos, mais bem nos sentiremos. Idéia, pois, do mais elementar senso comum (FORD, 1964, p.12).

Em defesa da simplicidade dos objetos e da forma de como fabricá-los, Ford escreveu:

Todo o meu esforço visa à simplificação. Se ao povo falta tanta coisa, se até os produtos de primeira necessidade lhe vêm tão caros (sem falar de certa porção de conforto que deve caber a todos) é porque tudo o que fabricamos é muito mais complicado do que deveria ser. As nossas roupas, a nossa alimentação, os nossos móveis, tudo poderia ser muito mais simples e ao mesmo tempo de maior beleza. Esses objetos eram outrora assim fabricados e de lá para cá nada mais fazem os fabricantes senão reproduzi-los. Não quero dizer que devamos adotar modas ridículas. Não há necessidade disso. As roupas não devem ser um saco furado ao meio. Seria um figurino mais cômodo de fabricar do que usar. Um cobertor não exige corte de alfaiate, mas ninguém trabalharia a contento se andássemos todos envolvidos em cobertores, à moda de índios. A verdadeira simplicidade é a que nos proporciona melhores serviços com maior soma de conforto (Idem, p. 19).

Pela citação de Ford com relação ao trabalho, pode-se perceber que ele tinha o trabalho como uma religião.

Quanto à citação sobre a simplicidade, pode-se perceber que ele vivia em uma constante busca da simplificação de todos os tipos e formas de objetos que eram fabricados na época e da simplificação do trabalho e dos processos de fabricação.

Ford atribuía a falta das pessoas de atenderem às suas necessidades mais básicas, às formas com que se concebiam os objetos, assim como às formas que eram concebidas na sua fabricação e às formas de trabalho utilizadas na fabricação dos objetos (WOMACK, et al. 1992, p. 10).

Foi com essa incessante inquietude, na perseverança de conceber formas mais simples para os objetos, formas mais simples para se aplicar ao trabalho dos operários e formas mais simples para os processos de fabricação dos objetos, que Ford, em 1913, chegou à invenção da linha de montagem, concebendo uma nova forma de fabricação que até hoje é conhecida como produção em massa (FORD, 1964, p. 10).

A suposição mais básica da produção em massa é a de que o custo unitário decresce consideravelmente conforme se aumenta o volume de produção (Ford, 1964, p. 10).

Na perseverança de conceber um modelo de carro que fosse possível de ser fabricado, não de uma forma artesanal, como era peculiar à época, Ford, em 1908, fez com que os operadores, ao invés de montar todo um carro ou um grande conjunto de tarefas, que ocuparia um dia inteiro de trabalho, em uma plataforma fixa de trabalho como era antes concebido, passassem a executar uma única tarefa, movimentando-se de veículo para veículo, através da área de montagem. Isso fez com que o ciclo do montador diminuísse de 514 para 2,3 minutos, trazendo um gigantesco aumento na produtividade (Idem, p. 15-16).

O aumento da produtividade não se deu apenas pela elevada especialização da mão-de-obra em uma só tarefa, mas também pela completa eliminação dos ajustes de peças que trouxe a simplificação da tarefa. Os operadores apenas posicionavam partes que se ajustavam automaticamente (FORD, 1964, p. 15-16).

Ford era inimigo número um do desperdício. “Economizai dez passos por dia, a dez mil operários e tereis economizado o tempo e a energia necessários para fazer cinquenta milhas diárias” (Idem, p. 63).

Ford logo percebeu a perda de movimentação e a falta de sincronismo que havia entre os operários, obrigando-os a se deslocarem de uma plataforma de montagem para outra, por menor que fosse a movimentação (WOMACK et al. 1992, p. 16).

Foi então que ele, em 1913, inventou a linha de montagem móvel, em que o carro era que se deslocava em direção ao operador que permanecia fixo em seu posto de trabalho. Isso fez com que o ciclo de trabalho diminuísse de 2,3 para 1,19 minutos. O ganho só foi possível através da eliminação da perda por movimentação e da falta de sincronismo por parte do operador (Idem).

O sucesso da produção em massa não estava apenas em uma linha de montagem em movimento contínuo, mas em três fatores básicos: a simplicidade para a realização das tarefas, a minuciosa divisão do trabalho e a perfeita intercambiabilidade das peças (WOMACK et al. 1992, p. 15-16).

Depois de Ford ter conseguido essa façanha, a indústria deixou de ser a mesma. O mundo agora passou a adotar o mais inovador sistema de produção de sua época: a produção em massa.

Dessa forma, Henry Ford deu a sua contribuição para a humanidade, permitindo que os produtos antes fabricados através da produção artesanal, que geralmente tinham preços elevados para a maioria das pessoas, agora passassem a ser produzidos dentro das premissas do sistema de produção em massa, chegando com preços bem mais acessíveis a quase todas as camadas sociais.

Em 1915, F. H. Harris desenvolveu um modelo matemático para determinar o tamanho do lote econômico de compra ou de fabricação. Esse conceito ainda é muito utilizado por muitas empresas, até os dias de hoje (BUBIDGE, 1989; HARDING, 1989).

Em 1931, Walter Shewart desenvolveu e introduziu o controle estatístico de qualidade na indústria (BUFFA, 1972).

Essas duas contribuições foram muito importantes para sedimentar ainda mais o sistema de produção em massa, de forma tal, que passou a ser um paradigma incontestável, sendo adotado por empresas dos mais diversificados segmentos de produção.

No sistema de produção em massa, a empresa procura primeiro fabricar os produtos e depois tenta vendê-los aos consumidores. Acumula, entre seus processos, grandes quantidades de estoques de produtos em elaboração, assim como de matérias primas e de produtos acabados, e, faz uso freqüente dos conceitos de lote econômico, tanto para compra de matérias primas, como para fabricar os lotes.

5.7 – A Produção enxuta

A produção é “enxuta” por utilizar quantidades cada vez menores dos recursos transformados e dos recursos de transformação, para uma quantidade cada vez maior na produção de bens e/ou serviços, com uma maior e sempre crescente variedade de produtos, proporcionando uma maior produtividade para a empresa e uma maior satisfação aos consumidores, quanto a seus produtos e serviços, através da mais alta qualidade e dos menores preços aplicados nas vendas dos mesmos, preços esses definidos pelo próprio mercado consumidor (WOMACK et al. 1992, p. 3-4).

5.7.1 – A origem da produção enxuta

A produção enxuta teve sua gênese na Toyota Motor Company, logo após a Segunda Guerra Mundial, quando a empresa sentiu a necessidade de atender a um mercado doméstico e limitado, com pequenas quantidades demandadas e uma grande variedade de veículos, que iam desde carros pequenos e populares, a carros de luxo, para autoridades governamentais, com também de caminhões grandes, e pequenos, para grandes transportadoras, e pequenos agricultores (WOMACK et al. 1992, p. 40).

A produção enxuta começou na Toyota Motor Cop. Por isso, ela é denominada também por diversos autores de: Sistema Toyota de Produção (STP), sistema JIT (*just-in-time*) e, por seu vice-presidente de manufatura, Taiichi Ohno, ter sido um dos seus pais, é também chamado de Ohnismo.

A Toyota, inicialmente, era uma empresa do ramo têxtil, implantada e operada sob o comando de Toyoda Sakichi. Na indústria têxtil, a família Toyoda tinha como filosofia, em seus processos de fabricação, encarregar um operário para operar mais de uma máquina, ou seja, fazia com que o operário fosse multifuncional e flexível no trabalho (CORIAT, 1990; OHNO, 1997).

Toyoda Sakichi já fazia uso de uma de suas invenções, o mecanismo de parada automática para teares (autonomação) na indústria têxtil, e essa criação deu origem ao uso de dispositivos à prova de falha (“*poka-yoke*”) na indústria automobilística (Idem).

Em 1910, Toyoda Sakichi realizou uma viagem de quatro meses aos Estados Unidos e, durante esse período, ele pode observar o aumento da popularidade dos carros, a tentativa de várias empresas de produzi-los, e o grande sucesso do “modelo T” de Ford, que estava no mercado há apenas dois anos (CORIAT, 1990; OHNO, 1997).

A partir de então, a indústria automobilística passou a ser uma nova paixão para a família Toyoda. Toyoda Sakichi é considerado por Ohno como o pai da Toyota. (Coriat, 1990; Ohno, 1997).

Toyoda Sakichi era um homem muito inteligente e bastante criativo e, pela a citação de Ohno, percebe-se que ele tinha um grande espírito patriótico.

A missão de Toyoda Sakichi na vida, nos negócios e no mundo, era cultivar e treinar a inteligência natural do povo japonês, vender produtos japoneses originais, produzidos por essa inteligência, e aumentar a riqueza nacional do Japão (OHNO, 1997, p. 101).

Em 1929, foi a vez de Toyoda Kiichiro (1894-1952) visitar as instalações da Ford e conhecer os seus processos e métodos (Ohno, 1997).

Em 1933, a Toyota concluiu as preparações do seu primeiro motor. Criou o seu departamento automobilístico e Toyoda Kiichiro declarou em público o seu objetivo de produzir carros. Na ocasião, fez um dos seus pronunciamentos, que se notabilizou pelo o mesmo espírito patriótico de Toyoda Sahichi (Ohno, 1997).

Nós aprenderemos técnicas de produção do método americano de produção em massa. Mas nós não iremos copiá-las como são. Usaremos as nossas próprias pesquisas e criatividade para desenvolver um método de produção que seja adequado à situação do nosso país (OHNO, 1997, p. 103).

Em 1935, em Tóquio, a Toyota realizou a sua primeira exposição de modelos de carro e Toyoda Kiichiro repetiu, lembrando com o mesmo espírito patriótico, o que Toyoda Sakichi havia lhe dito: “eu servi ao nosso país com o tear. Eu quero que você o sirva com o automóvel”. Palavras de Toyoda Kiichiro citadas por Ohno (OHNO, 1997 p. 93).

Em 1937, Toyoda Kiichiro fundou a Toyota Motor Company Ltd. Ele passou a atuar também no ramo automobilístico e começou a adotar muitas das filosofias, técnicas e métodos de trabalho utilizados na indústria têxtil e na indústria automobilística (CORIAT, 1990; OHNO 1997).

Até hoje, a multifuncionalidade da mão-de-obra operária, o mecanismo de parada automática (autonomação) e o uso dos dispositivos à prova de falha (“*poka-yoke*”), estão intrínsecos nas filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta, a fim de se conseguir a flexibilidade da mão-de-obra operária e a garantia da qualidade durante a fabricação dos produtos.

Em 15 de agosto de 1945, o Japão se rendeu na guerra e, nessa data, Toyoda Kiichiro, fundador e, até então, presidente da companhia, falou algo marcante, com o espírito bem patriótico, para um novo início na Toyota Motor Company: “alcancemos os Estados Unidos em

três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá” (OHNO, 1997, p. 25).

A Toyota, agora, tinha uma meta e uma missão: conhecer os Estados Unidos e aprender técnicas de produção utilizadas por eles (OHNO, 1997, p. 25).

Em 1949, a Toyota percebeu que os estoques eram o maior de todos os desperdícios e começou a eliminá-los. Nessa determinação, começou a nascer o conceito de just-in-time (JIT). No final deste ano, as vendas despencaram, forçando a Toyota a demitir grande parte de seus funcionários. Houve uma grande greve, que levou Kiichiro Toyoda a renunciar à companhia, responsabilizando-se pelos fracassos gerenciais. Após a sua renúncia, a greve acabou (OHNO, 1997; SHINGO, 1996; WOMACK et al. 1992).

Em 1950, após cinco anos do desafio proclamado por Kiichiro Toyoda, Eiji Toyoda, seu sobrinho, realizou uma viagem de três meses aos Estados Unidos para conhecer a fábrica Rouge, da Ford, em Detroit. Eiji Toyoda estudou minuciosamente os métodos e processos da empresa. De volta a Nagoya, sua terra natal, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram que a produção em massa não funcionaria no Japão (OHNO, 1997; WOMACK et al. 1992).

Em 1956, foi o técnico da Toyota, Taiichi Ohno, quem foi conhecer a produção automobilística da Ford. Ele aproveitou a viagem para conhecer os supermercados americanos, e ficou entusiasmado ao observar que o consumidor comprava o que queria, exatamente no momento e nas quantidades desejadas. Dessa observação, Ohno criou o conceito de *just-in-time* (JIT), e logo em seguida, a técnica do *kanban* para dar sustentação a esse conceito (OHNO, 1997; GHINATO, 1996; WOMACK et al. 1992).

Segundo Coriat (1993):

Ohno gosta de se apresentar como um continuador de Ford, indo além das aplicações redutoras que os herdeiros e sucessores [...] (de Ford) teriam feito, os quais se apegaram muito mais ao letrado, que ao espírito das recomendações fordistas.

Ohno (1997, p. 113-119) faz referências a Ford com bastante entusiasmo, respeito e admiração. Ele enaltece Ford quando se refere às críticas feitas por este às tradições da indústria têxtil, afirmando que Ford deve ter feito essas críticas, antes mesmo do tear automático

desenvolvido por Sakichi, invenção que mudou a indústria têxtil, acorrentada por séculos de tradição. Ohno ficou intrigado com a pergunta de Ford sobre o uso do algodão para os seus automóveis: “O algodão é realmente o melhor material que podemos utilizar aqui?”

Ainda segundo Ohno (1997, p. 117):

Neste processo de se perguntar por que, vemos claramente uma faceta do espírito empresarial de Ford. O progresso não se pode fazer quando estamos satisfeitos com a situação existente. Isto também se aplica ao aperfeiçoamento dos métodos de produção. Se simplesmente andamos sem uma meta, nunca seremos capazes de fazer boas perguntas. Sempre procuro ver as coisas ao inverso. Lendo o que Ford escreveu, fui encorajado pela maneira como ele repetidamente surgia com brilhantes conceitos inversos.

Percebe-se nas palavras de Ohno, acima citadas, o respeito e admiração por Ford, quem lhe deu inspiração para constituir, em vários aspectos, o sistema toyota de produção. Percebe-se também assim, a concordância das palavras de Ohno com as de Coriat, como sendo Ohno o continuador de Ford.

Shingo concorda com Coriat e Ohno, expressando-se da seguinte maneira: “o sistema toyota não se contrapõe ao sistema Ford. Para ser mais exato, ele é uma evolução progressiva – um sistema voltado ao mercado japonês que produz em massa, em lotes pequenos, e estoques mínimos” (SHINGO, 1996, p. 129).

Foi com o espírito de patriota, empreendedor e pesquisador, de homens como Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, e com a humildade de Ohno e Shingo, que, sem querer “reinventar a roda”, foram buscar em Ford inspiração para o que eles mesmos pretendiam, que nasceu o mais moderno conceito de gerenciamento da produção de bens e prestação de serviços, concebido até então pelo homem, o sistema de produção enxuta.

5.7.2 - Filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta

Segundo Slack et al. (1997, p. 477):

“O JIT (*just-in-time*) é uma filosofia, um conjunto de técnicas para a gestão da produção e um método de planejamento e controle”.

No desenvolvimento deste trabalho, portanto a produção enxuta passou a ser analisada dentro dessa ótica.

5.7.2.1 – A produção enxuta como uma filosofia de produção

No entender de Ferreira (1971), filosofia é uma ciência geral dos princípios e causas, ou sistema de noções gerais sobre o conjunto das coisas; esforço para generalizar, aprofundar, refletir e explicar; sistema de valores, força moral e elevação de espírito, com que o homem se coloca acima dos preconceitos; sabedoria.

Slack destaca três elementos chaves que definem a filosofia do Just-in-time (JIT), ou produção enxuta. São elas: (1) a eliminação do desperdício, (2) a melhoria contínua e (3) o envolvimento de todos (SLACK et al., 1997, p. 479).

5.7.2.1.1 - A filosofia da completa eliminação do desperdício

Há uma concordância entre os autores citados a seguir, em afirmar que um dos elementos da filosofia da produção enxuta é a perseguição da eliminação total dos desperdícios.

Segundo Ohno (1997, p. 25), “a base do sistema toyota de produção é a absoluta eliminação do desperdício”. Os dois pilares de sustentação desse princípio são: o just-in-time (JIT) e a automação, ou automação com um toque humano”.

Para Shingo (1996, p. 246), “a eliminação total da perda requer uma revolução na forma de pensar”; e segundo Slack et al, (1997, p. 474), completa: “o Just-in-time (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios”.

As metas e os objetivos da produção enxuta não são uma ilusão, mesmo sabendo-se que essa perfeição, eliminação total dos desperdícios, jamais será alcançada. Isso faz com que o sistema seja permanentemente aperfeiçoado (WOMACK, et al., 1992, p. 3).

5.7.2.1.1.1 - O objetivo através da completa eliminação do desperdício

A filosofia da eliminação total dos desperdícios tem como objetivo central a redução dos custos de produção. Através dela surgiu o princípio do não custo e a lógica das perdas (OHNO, 1997, p. 30).

Normalmente, no Brasil, quando se fala em aumentar a eficiência, em qualquer negócio, comércio, ou serviço e, principalmente a indústria, ou ainda em momentos de crise econômica, a

primeira ordem é a redução dos custos. Porém, não há uma filosofia voltada para esse fim. Essa atitude só é tomada em momentos de crise econômica das organizações em geral e até mesmo dentro dos lares de toda parte do planeta.

Segundo Ohno (1997, p. 30), “Na Toyota, como em todas as indústrias manufatureiras, o lucro só pode ser obtido com a redução de custos,”

Segundo Shingo (1996, p. 246):

O sistema Toyota de produção faz do princípio de minimização dos custos a linha diretriz do seu estilo gerencial, ao contrário do princípio de custo tradicional. Esse princípio de minimização dos custos sustenta que é o consumidor quem determina o preço de venda, e que a empresa não terá lucro, a menos que baixe seus custos com a eliminação das perdas. A eliminação total da perda requer uma revolução na forma de pensar.

Segundo Monden (1984, p. 6):

O propósito básico do sistema de produção da Toyota é aumentar o lucro pela redução de custos, isto é, pela completa eliminação de desperdícios, tais como estoques ou mão-de-obra excessivos. O conceito de custo neste contexto é muito amplo. Ele é essencialmente dinheiro gasto no passado, presente ou futuro, dedutível da rentabilidade das vendas para atingir um lucro. Portanto, custos não incluem somente custos de fabricação (reduzidos pela eliminação da mão-de-obra), mas também custos administrativos e de capital (reduzidos pela eliminação de inventários) e custos de vendas. Para atingir redução de custos, a produção deve prontamente e flexivelmente adaptar-se para mudanças na demanda do mercado, sem haver faltas.

Segundo Ghinato (1996, p. –xxi–): “é muito importante entender que o verdadeiro princípio do Sistema Toyota de Produção é a redução dos custos através da completa eliminação de perdas”.

5.7.2.1.1.2 – O princípio do não custo

O princípio e a lógica tradicional de custos, onde se define que o preço de venda = custo real + despesas + lucro, faz com que o consumidor seja responsável por todos os custos incorridos nos processos de negócios em geral, incluindo os custos da ineficiência dos negócios (OHNO, 1997, p. 30; SHINGO, 1996, p. 43).

Nos dias atuais, com um mercado enorme e com uma competição ainda mais acirrada, os consumidores em geral têm mudado os seus hábitos, examinando cuidadosamente os produtos

antes de comprá-los. Para o consumidor, pouco importa saber quanto custou para se fabricar o que ele deseja comprar, o que importa para ele é se o produto merece ou não o valor que tem.

Se o preço de venda foi formado em função dos altos custos de fabricação, os consumidores já não estão mais dispostos a absorver tamanha ineficiência. Já que o preço de venda é definido pelo próprio mercado consumidor, as empresas devem mudar a forma de pensar, mudando também a lógica de custo e calcular o lucro da seguinte maneira: $\text{lucro} = \text{preço de venda} - \text{custo real} - \text{despesas}$ (SHINGO, 1996, p. 259-260; SHINGO, 1996, p. 43-44).

Sendo assim, uma das formas que as empresas têm de aumentar os seus lucros, é com o aumento da sua produtividade, reduzindo os seus custos através da eliminação das perdas. Essa é a filosofia que sustenta os demais princípios do Sistema Toyota de Produção (Idem).

5.7.2.1.1.3 – A lógica das perdas

Nos dias de hoje, mais do que nunca, só serão bem sucedidas as organizações que oferecerem, a seus consumidores, preços capazes de serem absorvidos pelo mercado, caso contrário não sobreviverão. Sendo assim, ter como filosofia, ações centradas na redução dos custos, através da eliminação total das perdas, é uma das chaves para as organizações se manterem vivas no mercado.

Como já mencionado no início deste trabalho, em 1950, na volta de Eiji Toyoda a Nagoya, sua terra natal, ele e Ohno concluíram que a produção em massa não funcionava no Japão (OHNO, 1997; WOMACK et al., 1992). Porém, foi em 1945, após o desafio de alcançar os Estados Unidos lançado por Kiichiro Toyoda, que Taiichi Ohno observou que a baixa produtividade na Toyota não estava apenas relacionada à força de trabalho. Comentava-se, naquela época, que um operário americano produzia nove vezes mais que um operário japonês (OHNO, 1997, p. 25).

Entusiasmado pelo desafio, Ohno percebeu que, pelo simples fato dos americanos não exercerem um esforço físico aplicado à produção, dez vezes maior do que o esforço físico dos japoneses, os operários da Toyota estavam desperdiçando alguma coisa. Ohno concluiu então que, se a Toyota eliminasse os desperdícios, a sua produtividade poderia aumentar até dez vezes,

e assim, alcançaria os Estados Unidos. Foi esta idéia que deu início ao Sistema Toyota de Produção (Ohno, 1997, p. 25).

5.7.2.1.1.4 – A lógica das perdas na redução da força de trabalho

Ohno e Shingo dividem o trabalho realizado pelos operários em trabalho que agrega e que não agrega valor (Ohno, 1997, p. 73-74; Shingo, 1996, p. 110-116).

Em uma operação produtiva de transformação, o trabalho que agrega valor é toda a ação do trabalhador que leva à transformação da matéria prima, ou que melhore a qualidade, ou seja, operações que na realidade resultem em mudanças na forma e características, ou montagem, e na qualidade dos produtos (Idem).

Uma das maiores preocupações de Ohno durante o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção foi o aumento do trabalho com valor agregado. “A redução da força de trabalho significa aumentar a proporção de trabalho com valor agregado. O ideal é ter 100% de trabalho com valor agregado” (OHNO, 1997, p. 75).

Na fabricação de sandálias, por exemplo, o corte da borracha, o escareamento da furação da sola, a pintura da palmilha, a montagem das tiras etc, são operações que agregam valor ao produto. Os trabalhos que não agregam valor são as demais atividades que servem de suporte ao operador para realizar o trabalho que agrega valor.

Todo trabalho que não agrega valor é considerado uma perda e deve ser minimizado, e até mesmo eliminado. A racionalização dos métodos do trabalho é a receita para a completa eliminação dos trabalhos que não agregam valor.

Na fabricação de sandálias, por exemplo, os *set-ups* de moldes nas máquinas de furar a sola, a regulagem das pinças na máquina de montar as tiras, o transporte de materiais e a inspeção de produtos acabados etc, são atividades típicas que não agregam nenhum valor ao produto. Na figura 5.1, está representada a divisão dos movimentos dos trabalhadores.

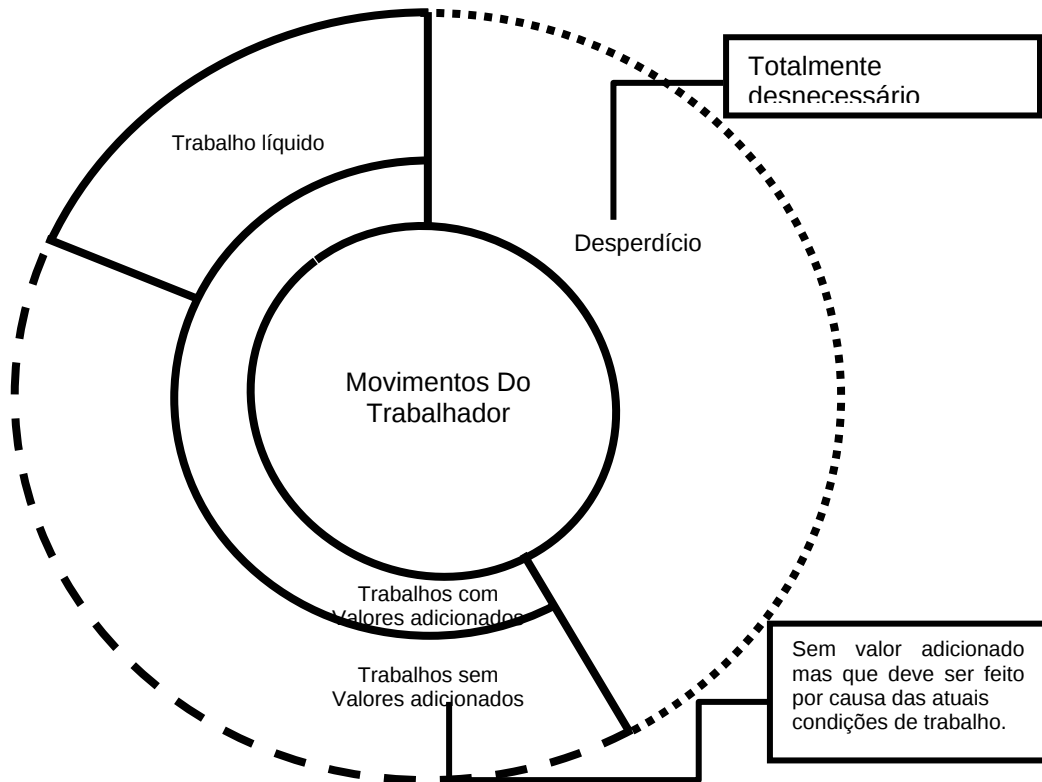


Figura 5.1 - Divisão dos movimentos dos trabalhadores (Fonte: Ohno 1997, p. 55).

5.7.2.1.1.5 – A Lógica das perdas no sentido mais amplo

A fim de criar uma sustentação para o primeiro princípio da filosofia do Sistema Toyota de Produção, Taichii Ohno classificou sistematicamente a identificação e eliminação dos desperdícios, dividindo em sete as perdas fundamentais presentes em um sistema de produção (OHNO, 1997, p. 39):

- 1- Perda por “superprodução”;
- 2- Perda por “transporte”;
- 3- Perda por “processamento em si”;
- 4- Perda por “movimento”;
- 5- Perda por “espera”;
- 6- Perda por “fabricação de produtos defeituosos”;
- 7- Perda por “estoque”.

Segundo Ghinato, (1996, p. 159), a classificação original das sete perdas foi criada por Ohno, porém, Shingo faz uso dessa mesma classificação quando aborda a lógica dessa filosofia.

5.7.2.1.1.5.1 – Perda por superprodução

Das sete perdas classificadas por Ohno, de acordo com a Toyota, a perda por superprodução é a maior delas, pelo fato de gerar estoques desnecessários. É a produção mais do que imediatamente necessária para o próximo processo. Ela esconde as demais perdas e é a mais difícil de ser eliminada (SLACK et al., 1997, p. 479; GHINATO, 1996, p. 56).

Geralmente essa perda é gerada por problemas de restrições no processo produtivo, tais como: altos tempos na preparação de máquinas/ equipamentos e ferramentas; falta de controle da programação e da produção em termos de quantidades e momentos; arranjo físico inadequado, criando grandes distâncias, e gerando a formação de lotes para movimentação, e transporte etc (CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68).

O *Just-in-time*, produzir apenas em tempo, ou seja, só quando o cliente solicitar o produto, e para isso, os tempos de *set-up* têm que ser reduzidos, a produção tem que ser sincronizada com a demanda, e o leiaute da fábrica deve ser compactado etc (CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68).

O *just-in-time* é o pilar de sustentação para a completa eliminação dessa perda (OHNO, 1997, p. 25; CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68).

Para Shingo (1996, p. 103), a perda por superprodução se divide em duas.

- 1) Perda por quantidade – fabricação de produtos além da quantidade programada, ou seja, requerida pelo cliente;
- 2) Perda por antecipação – fabricação de produtos antes que eles sejam necessários.

Na fabricação de sandálias na empresa em estudo, por exemplo, os cuidados que se tem para se prevenir a falta de sandálias, por possíveis motivos de que as mesmas e/ou seus componentes possam surgir com defeitos durante o processo de fabricação, programa-se uma quantidade além da solicitada pelo cliente. Se, após a fabricação, houver uma pequena quantidade de defeitos, haverá sobra de componentes e sandálias que serão desperdiçadas. Esta é a perda por superprodução quantitativa. Exemplo adaptado (SHINGO, 1996, p. 103).

Tomando ainda como exemplo a fabricação de sandálias, se a produção recebe uma programação de 10.000 pares para serem entregues em uma determinada data, e conclui em quinze, ou até mesmo um dia antes, a perda por superprodução antecipada está caracterizada. Exemplo adaptado (Shingo, 1996, p. 103).

Quanto maior a antecipação da fabricação à programação, maior a perda por superprodução antecipada. Nesse tipo de perda os estoques intermediários são gerados, aguardando o momento de serem processados pelas etapas seguintes.

Segundo Shingo (1996, p. 103), “na Toyota, a perda por superprodução antecipada não é tolerada. O método utilizado para elimina-la é a produção *Just-in-time*”.

5.7.2.1.1.5.2 – Perda por transporte

O transporte (movimentação de materiais) é um trabalho que não agrega nenhum valor ao produto, apenas aumenta os custos e, segundo Shingo, ocupa 45% do custo de mão de obra para esse fim (SHINGO, 1996, p. 59-60).

A eliminação dos transportes tem como objetivo o aumento da eficiência da produção, e isso só é possível através da melhoria contínua do leiaute dos processos e seus respectivos arranjos físicos. Leiaute inadequado gera grandes distâncias a serem percorridas, com materiais sendo transportados (SHINGO, 1996, p. 59-60; CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68).

O transporte só deve ser melhorado, caso não se consiga reduzi-lo ou eliminá-lo e todas as melhorias de leiaute terem sido esgotadas. Uma das formas de se reduzir os transportes é reduzindo de imediato os estoques (Idem).

5.7.2.1.1.5.3 – Perda por processamento

São dois os caminhos para se eliminar as perdas por processamento: 1) Melhoria do produto em si, através da engenharia e análise do valor; 2) Melhoria dos métodos de fabricação através da engenharia de produção e/ou da tecnologia de fabricação (SHINGO, 1996, p. 41, p. 226, p. 265-267; CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68).

A engenharia e análise de valor consistem na simplificação e/ou na redução da quantidade de componentes e/ou operações necessárias para se fabricar um determinado produto. Todo

elemento que adicione custo, em vez de valor ao produto, deve ser imediatamente eliminado (SHINGO, 1996, p. 41; SHINGO, 1996 p. 265-267; CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68).

Tomando como exemplo, a fabricação de sandálias, antes mesmo do lançamento do produto, deve-se fazer perguntas tais como: 1) Por que essa tira (forquilha, cabedal) deve ser dessa forma? 2) Qual a função básica da sandália? 3) Por que o corte da sola/ palmilha deve ser desse jeito? Comumente, a preocupação primeira da gerência é como se fabricar mais rápido as sandálias, sem antes questionar se determinado produto ou subproduto deve de fato ser fabricado dessa ou daquela forma. Exemplo adaptado (SHINGO, 1996, p. 41 e p. 226).

Antes de se realizar qualquer melhoria na otimização do processo, é recomendado o uso da engenharia e análise de valor, questionando o porquê da fabricação do produto em si e seus componentes, e os métodos pelos quais eles são fabricados (SHINGO, 1996, p. 41, p. 226).

5.7.2.1.1.5.4 – Perda por movimento

A perda por movimentos desnecessários está presente praticamente em todas as operações fabris. Assim como na administração científica, o uso intensivo do estudo de tempos e métodos, é também usado na produção enxuta, com o objetivo de se ter uma melhoria contínua com redução ou até mesmo na eliminação dos movimentos desnecessários (CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68-69).

A eliminação da perda por movimento reduz os tempos operacionais e a consistência dos movimentos na execução das operações contribui para a padronização das tarefas, e, conseqüentemente, para o aumento da qualidade dos produtos fabricados (Idem).

A produção enxuta procura adotar soluções simples e de baixo custo. Sendo assim, o estudo de tempos e métodos é recomendado, antes mesmo de se buscar soluções através da mecanização e/ou automatização, para não se correr o risco de automatizar as perdas por movimentação (CORRÊA; GIANESI, p. 68-69).

5.7.2.1.1.5.5 – Perda por espera

Há três tipos de perda por espera: 1) a perda por espera dos operários, que acontece quando o operador apenas acompanha o processo, do início ao fim, esperando durante esse tempo junto à sua máquina; 2) a perda por espera da máquina, que acontece quando ela permanece parada por

falta de material para ser processado; 3) e a perda pela espera de materiais em estoques intermediários, aguardando para ser processado ou entregue (SHINGO, 1996, p. 60; CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 68; GHINATO, 1996, p. 61-62).

A perda pela espera de materiais a serem processados acontece de duas maneiras: 1) espera de quantidades de materiais em processo, devido a taxas de defeitos superestimadas, provocando excesso de produção; 2) espera de materiais em processo, devido à falta de seqüenciamento da produção, antecipando-se à programação.

5.7.2.1.1.5.6 – Perda por fabricação de produtos defeituosos

Todo e qualquer processo de fabricação e prestação de serviço está sujeito a perdas por geração de produtos/ serviços com defeitos, ou seja, fora da especificação na fabricação de produtos com defeitos, há um acúmulo de perdas, a saber: de materiais, por disponibilidade e depreciação de máquina por disponibilidade de mão-de-obra, por movimentação, por transporte, por inspeção de produtos, de energia, de atraso nas entregas etc (Corrêa e Gianesi, 1996, p. 69).

A perda por produto defeituoso gera um efeito negativo muito grande, começando com os clientes internos, até chegar aos clientes externos, comprometendo a sobrevivência da organização inserida hoje em um mercado tão competitivo. Os defeitos não devem ser tolerados, e o processo de fabricação deve ser robusto e permanecer sob um controle rigoroso, a ponto de prevenir defeitos e evitar as inspeções (Idem).

5.7.2.1.1.5.7 – Perda por estoque

Para a produção enxuta, os estoques são a origem de grandes problemas nos processos produtivos. São as maiores de todas as perdas. Eles acumulam as outras seis perdas. Essa perda tem origem no mito de que as empresas, para funcionarem a contento, têm necessidade de manter estoques de matéria-prima, materiais em processo e de produtos acabados. Na verdade, os estoques escondem os problemas que geram a ineficiência das empresas. Com a redução ou até mesmo a completa eliminação dos estoques, diminui-se o desperdício através do aumento da taxa de giro de capital dos estoques (SHINGO, 1996, p. 52).

Para a produção enxuta, os estoques escondem os problemas do sistema de produção, impedindo que os mesmos sejam resolvidos. Esta idéia está ilustrada pela figura 5.2.

Nesta analogia, os muitos problemas da produção são como as pedras no leito de um rio, atrapalhando o fluxo e causando turbulência. A água representa o nível de estoque na produção, e o navio, a gerência. A redução do nível de estoque (água) permite que a gerência (navio) veja os problemas de produção (pedras) e procure reduzi-los (Slack et al., 1997, p. 475-6).

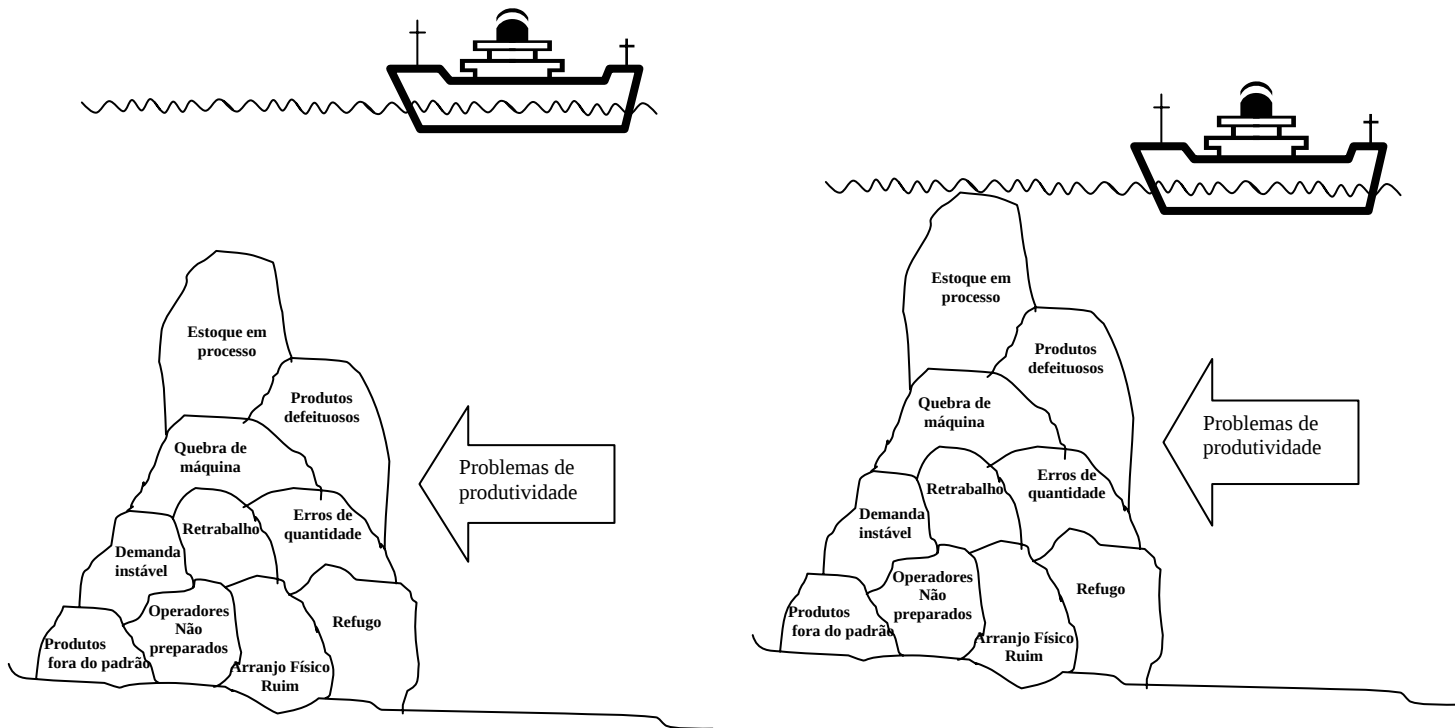


Figura 5.2 – Analogia dos efeitos dos estoques sobre os problemas na produção (Fonte: Slack et al., 1997, p. 476).

A mais impressionante diferença entre a produção em massa e a produção “enxuta” é que a primeira impõe limites de tolerância para as suas metas que, por natureza, são estáticas e limitadas. Por exemplo: quantidade tolerável de defeitos, aceitação de altos níveis de estoque, limitação na variedade de produtos padronizados, etc. Sendo assim, a produção em massa acomoda-se e fica refém das tolerâncias limitadas pelo próprio sistema, onde argumenta que melhorar mais significa custar muito caro, e está fora da capacidade dos seres humanos (WOMACK et al., 1992, p. 3).

A produção enxuta, por sua vez, tem como base o princípio da busca da perfeição, ou seja, custos sempre decrescentes, sem perda por superprodução, transporte, processamento, movimentação, espera, fabricação de produtos com defeito, estoque, tempo para a preparação dos

set-ups, quebra de máquina, antecipação da produção etc. Mesmo sabendo que essa perfeição jamais será alcançada, isso faz com que o sistema seja permanentemente aperfeiçoado (WOMACK et al., 1992, p. 3).

5.7.2.1.2 - A filosofia da melhoria contínua

Kaizen é uma palavra japonesa, cuja definição foi dada por Masaaki Imai, um dos principais proponentes do melhoramento contínuo:

Kaizen significa melhoramento contínuo. Mais: significa melhoramento na vida pessoal, na vida doméstica, na vida social e na vida do trabalho. Quando aplicada para o local de trabalho, *kaizen* significa melhoramentos contínuos envolvendo todo mundo – administradores e trabalhadores igualmente (SLACK et al., 1997, p. 599).

Dentro de um mercado cada vez mais competitivo, mesmo a melhor das organizações, por mais bem gerenciada que seja, em todos os seus departamentos, precisará melhorar todas as suas operações gerenciais e produtivas, pois os seus concorrentes não estão parados. A função produção, em seu papel estratégico na organização, tem como uma de suas principais responsabilidades a de realizar melhoramentos contínuos (SLACK et al., p. 584-586).

Melhoramento contínuo é uma filosofia de melhoramento de desempenho que proporciona mais e menores passos de melhoramento incremental. O mais importante não é o tamanho de cada passo, nem a taxa de melhoramento, e sim o *momentum* e a certeza de que o melhoramento vai continuar acontecendo sempre (Idem).

O melhoramento contínuo traz consigo características de promover melhorias com baixo e, muitas vezes, sem nenhum valor de investimento. Ele vê os pequenos melhoramentos como uma vantagem significativa sobre os grandes melhoramentos, sem se preocupar com a promoção das melhorias implementadas (SLACK al., p. 599-600).

O melhoramento contínuo é um processo sem fim. A partir disso, se questiona repetida e detalhadamente, a forma como são realizados os trabalhos de uma determinada operação. A natureza repetida e cíclica do *kaizen* é resumida no ciclo do PDCA (planejar, fazer, checar e agir), ou roda de Deming – assim chamado em homenagem ao famoso “guru” de qualidade, W. E. Deming. Segundo Slack et al. (1997, p. 601-602) ”o ciclo PDCA é a base do melhoramento contínuo.”

O PDCA começa com o ciclo do planejamento, que envolve a análise do método atual ou problema estudado. Em seguida, vem o ciclo da execução, quando se implanta aquilo que se planejou. Logo após, checka-se, para avaliar, se a nova implantação proporcionou o resultado esperado. Por fim, vem o ciclo de agir, quando a mudança é consolidada e padronizada, caso o resultado da implantação tenha sido favorável. O último ponto é o mais importante – o ciclo PDCA começa outra vez. Sendo assim, a melhoria torna-se contínua e torna-se parte do trabalho de cada funcionário (SLACK et al., p. 601).

5.7.2.1.3 - A filosofia do completo envolvimento de todos

Desse elemento da filosofia, o completo envolvimento de todos, dependem os outros dois, ou seja, a completa eliminação do desperdício e a melhoria contínua, assim como, todas as técnicas e métodos do sistema de produção enxuta. Para Slack et al. (1997, p. 139): “em qualquer operação produtiva, as pessoas são o catalisador que lhe dá vida”.

A produção enxuta abrange todo o sistema organizacional. Ela traça diretrizes que envolvem todos os funcionários e todos os processos da organização. Sendo assim, a aplicação do sistema de produção enxuta requer uma cultura organizacional adequada para apoiar os seus objetivos através do envolvimento de todos os funcionários da organização (SLACK et al., p. 480).

5.7.2.1.3.1 - O completo envolvimento de todos e a cultura

A cultura da produção enxuta na gestão de recursos humanos envolvendo todos os funcionários, sobretudo, todos operários, tem sido vista, por muitos, como “de respeito pelas pessoas” (SLACK et al., p. 480).

É inerente à cultura da produção enxuta envolver as pessoas nas soluções dos problemas, tanto no sentido de identificá-los e torná-los visíveis, como no de desenvolver esforços para resolvê-los através de equipes (Idem).

A cultura da produção enxuta foca o enriquecimento de cargo delegando responsabilidades aos operários para efetuarem parte da manutenção das máquinas e equipamentos; pela qualidade dos produtos fabricados; pela troca rápida de ferramentas; por parte da programação da produção; pela maior parte da organização e limpeza, e pela maior parte da segurança, higiene e saúde no

trabalho, etc. Ela estimula a rotação de cargos e a multifuncionalidade. A finalidade maior é a de elevar o grau de responsabilidade e engajamento de todas as pessoas no trabalho. Sem a participação de todos os funcionários, sobretudo, da mão-de-obra direta, a produção enxuta não terá êxito (SLACK et al. 1997, p. 480; CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 66-67 e 87-88).

Coriat defende que a cultura não é o fator primordial para se explicar o sucesso do Sistema Toyota de Produção, e que ela não é impedimento para o uso das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta em outras culturas. Ele entende que a competitividade atribuída às indústrias japonesas pode ser compreendida historicamente pela economia e sociologia japonesas (CORIAT apud HIRATA, 1993, p. 79).

Schonberger (1984, p. 101) concorda com Coriat, ao afirmar que “a cultura não é obstáculo; as técnicas podem alterar o comportamento”.

A experiência de instalação da indústria japonesa Kawasaki Heavy Industries (KHI), nos Estados Unidos, na cidade de Lincoln, no Estado do Nebraska, fabricante de motocicletas, carros para neve, esquis motorizados e motocicletas comprovou que, na medida em que as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta são introduzidos, os comportamentos dos funcionários da organização vão moldando-se ao novo sistema de trabalho e os resultados vão surgindo (SCHONBERGER, 1984, p. 101-123).

Em sua tese de doutorado, Santos (1994), afirma que a cultura não é um impedimento para a implantação das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta. O autor recomenda que, para facilitar a implementação da produção enxuta, a empresa deve designar um profissional com conhecimentos das filosofias, técnicas e métodos, que deve receber apoio integral da diretoria e da gerência da empresa. Ele defende que a escolha seletiva das filosofias, técnicas e métodos facilita a sua implementação, assim como aumenta a motivação das pessoas, devido aos resultados alcançados. O autor percebeu que a redução dos estoques e a eliminação dos desperdícios, quando de forma forte e sistemática, contribui de forma especial para a motivação do pessoal, facilitando as demais etapas de implementação da produção enxuta. Por isso, ele recomenda que a redução dos estoques e a eliminação dos desperdícios sejam escolhidas como as primeiras a serem implantadas.

Segundo Santos, a presença de um consultor muito contribui para a implementação da produção enxuta. Primeiro, por ter vivenciado várias situações de dificuldades em implementações e, segundo, que suas visitas constantes à empresa servem para motivar os funcionários (SANTOS, 1994).

Santos afirma que o autoritarismo deve ser banido da empresa, pelo fato dele ser diametralmente oposto à produção enxuta e que a conscientização dos funcionários, da qual a produção enxuta é uma filosofia permanente e de aplicação de longo prazo, é fundamental para evitar a falta de motivação deles (Idem).

A implantação da produção enxuta deve ser realizada, simultaneamente, de baixo para cima, e de cima para baixo, envolvendo, se possível, todos os funcionários da organização (SANTOS, 1994).

5.7.2.1.3.2 - O completo envolvimento de todos e políticas de participação dos trabalhadores vinculadas ao desempenho

Segundo José Ferro (apud Womack et al., 1992, p. 330-331) em 1989, os estudos do IMPV – MIT revelaram o percentual de trabalhadores envolvidos em políticas de participação nos resultados nas indústrias automobilísticas. No Brasil, é de 7,4%, contra 89,3% no Japão, 89,2% na Coreia, 27,3% nos EUA/ América do Norte, 13,6% no México, 8,7% no Japão/EUA e 8,5% na Europa. Segundo José Ferro, praticamente no Brasil:

Não há políticas de remuneração vinculadas ao desempenho, ao contrário de outros países onde, freqüentemente, existem esquemas de participações nos lucros, bônus de produtividade e qualidade, etc. Só é possível conseguir o envolvimento dos trabalhadores na medida que haja reciprocidade, ou seja, ambas as partes, trabalhadores e administração se beneficiem dela de modo a viabilizar a realidade da parceria e da mutualidade (apud WOMACK et al. 1992, p. 330-331).

5.7.2.1.3.3 - O completo envolvimento de todos e a participação dos trabalhadores em programas de sugestões

Segundo Monden, (1999, p. 28):

Qualquer sistema que apóie a tomada de decisão em uma organização deve dirigir e motivar o pessoal de vários departamentos a usar sua criatividade e atingir as metas estabelecidas. As idéias dos empregados da empresa devem ser reunidas com o objetivo de atingir as metas comuns e não deixá-las dispersas e desorganizadas. Em outras palavras, a empresa necessita ter um sistema unificado e racional para a criação de um consenso e tomada de decisão.

Segundo José Ferro (apud Womack et al. 1992, p. 330) em 1989, os estudos do IMPV - MIT revelaram a quantidade de sugestões por funcionário na indústria automobilística. No Brasil é de 0,5, contra 61,6 no Japão, 5,9 na Coréia, 1,4 no Japão/ EUA, 0,4 nos EUA/ América do Norte, 0,4 na Europa. José Ferro continua informando que, das sugestões dadas pelos trabalhadores das indústrias brasileiras, são implementadas 64,9%, contra: 88% no Japão, 73,7% no Japão/EUA, 13,9 na Coréia, 23,3% nos EUA/ América do Norte e 27,1% na Europa.

Com base nas informações de José Ferro, acima citadas, pode-se concluir, que as idéias sugeridas pelos trabalhadores das indústrias automobilísticas brasileiras são aproveitadas apenas, 0,32 idéias por funcionário, contra 54,8 no Japão, 1,03 no Japão/EUA, 0,82 na Coréia, 0,11 na Europa e 0,09 nos EUA/ América do Norte.

Segundo Shingo (1996, p. 110-11), na Toyota, a prática da participação dos funcionários no processo de sugestões, assim como a adoção delas é uma realidade. Ele divulgou dados relevantes entre a evolução de idéias sugeridas pelos funcionários da Toyota versus aproveitamento das respectivas idéias e o impacto dessa atividade, ao comparar o número de horas-homem de montagem por carro da Toyota com o de fabricantes de automóveis americanos, suecos e alemães.

Tabela 5.1 – Número de melhorias sugeridas na Toyota Motor - Fonte: Shingo, (1996, p. 111).

Ano	Número total de sugestões	Número de sugestões por pessoa	Taxa de adoção
1976	463.000	10,6	83%
1977	454.000	10,3	86%
1978	527.000	11,9	88%
1979	575.000	12,8	91%
1980	860.000	18,7	94%

Tabela 5.2 – Tempo de montagem por veículo por país - Fonte: Shingo, (1996, p. 111).

	Toyota (planta de Takaoka)	Planta (A) (Estados Unidos)	Planta (B) (Suécia)	Planta (C) (Ex Alemanha Ocidental)
Número de empregados	4.300	3.800	4.700	9.200
Número de carros produzidos	2.700	1.000	1.000	3.400
Tempo por carro (número de pessoas)	1,6	3.8	4.7	2.7
Taxa	1,0	2.4	2.9	1.7

5.7.2.1.3.4 – O completo envolvimento de todos e o trabalho em equipe

Segundo Ohno, (1997, p. 42-3):

O trabalho em equipe é tudo [...] Anos atrás eu costumava contar aos operários da produção uma das minhas histórias favoritas sobre um barco remado por oito homens, quatro do lado esquerdo e quatro do direito. Se eles não remarem corretamente, o barco irá ziguezaguear a esmo. Um remador poderá achar que é mais forte que o outro e remar com esforço redobrado. Mas esse esforço extra dificulta o avanço do barco e o tira do seu curso. A melhor forma de fazer com que o barco vá mais rápido é fazendo com que todos distribuam a força igualmente, remando parêlho e à mesma profundidade.

Na indústria de sandálias, em uma célula de produção para corte e montagem de sandálias, por exemplo, pode-se necessitar de dez a quinze operários para transformar todas as matérias primas em sandálias acabadas e encaminhá-las ao cliente em tempo. A idéia maior é o trabalho em equipe. O importante não é quantas solas de sandálias foram cortadas ou furadas, nem quantas palmilhas de sandálias foram pintadas, ou quantas tiras de sandálias foram montadas, mas

quantas sandálias foram completadas pela equipe da célula de manufatura de corte e montagem e encaminhadas para serem entregues ao cliente.

O local de trabalho é como uma corrida com revezamento – existe sempre uma área de onde se pode passar o bastão. Se ele é passado corretamente, o tempo total final pode ser melhor do que os tempos individuais dos quatro corredores (OHNO 1997, p. 44).

Continuando com o mesmo exemplo da célula de produção acima citada, a execução da atividade seguinte sempre depende do término da atividade anterior, até que se complete toda a sandália e ela seja encaminhada ao cliente.

Para que as sandálias sejam completadas em tempo, se faz necessário que cada um repasse a sandália semiacabada imediatamente, em tempo para a atividade seguinte. Caso isso não aconteça, porém, o espírito de equipe deve estar presente em todos os operadores. Se um operário numa atividade posterior ou anterior está atrasado, outros deveriam ajudá-lo nas trocas de suas ferramentas, por exemplo, e até mesmo no processamento de transformação das sandálias. Quando esta atividade voltar ao normal, os operários que estão ajudando voltariam aos seus postos de trabalho. Exemplo adaptado. (OHNO, 1997).

Segundo José Ferro (apud Womack et al., 1992, p. 330-331), o percentual de trabalho em equipe nas indústrias brasileiras é de 1%, contra 69,3% no Japão, 71,3% Japão/EUA, 32,9% na Coreia, 17,3% nos EUA/ América do Norte, 11,4% no México e 0,5% na Europa.

Ainda segundo José Ferro:

Praticamente não há trabalho em equipe na indústria brasileira. A produção ainda está organizada a partir do trabalho individual, dificultando e desestimulando as formas mais cooperativas de trabalho em grupo e de resoluções de problemas (apud WOMACK et al. 1992, p. 330-331).

5.7.2.1.3.5 - O completo envolvimento de todos, o treinamento e a educação

Com o envolvimento tão intensivo da mão-de-obra direta e da responsabilidade delegada a ela no processo decisório no chão de fábrica, se faz necessário que os operários sejam treinados e educados em conhecimentos técnicos, ainda que rudimentares, de métodos de identificação e análise de problemas, controle estatístico do processo, etc (CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 66).

O treinamento deve ser evidenciado para todos os níveis de funcionários da organização, em todos os conceitos das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta, respeitando o direcionamento específico para cada um, na sua respectiva atuação dentro da organização.

Segundo Kotler (1989, p. 15), “para uma nação, nenhum outro recurso vale mais do que um povo bem treinado e com um elevado nível educacional”.

Segundo Borges (1995, p. 154-165):

As organizações brasileiras investem em treinamento menos de 1% das horas trabalhadas durante o ano, por empregado. É de 6% a média mundial, enquanto na indústria japonesa os empregados passam em média, 10% do tempo de trabalho em treinamento (folha de S. Paulo, Sebrae, 1994).

Segundo José Ferro (apud Womack et al. 1992, p. 331), os trabalhadores no Brasil recebem pouquíssimo treinamento quando comparado com os de outros países, o que se agrava ainda mais pela baixa escolaridade dos empregados e pelo baixo nível do sistema escolar. José Ferro ressalta que a função supervisão deveria ensinar e guiar o trabalhador e não vigiá-lo, como é a cultura no Brasil, prejudicando ainda mais o aprendizado da força de trabalho da indústria brasileira.

Pela citação de Kotler, pode-se afirmar o mesmo, ou seja, para a organização nenhum outro recurso vale mais do que seus funcionários bem treinados e com um elevado nível educacional.

Na citação de José Ferro está o reconhecimento da fraqueza da mão-de-obra das indústrias brasileiras, assim como a dos seus recursos humanos, que desprezam quase que na sua totalidade, o maior potencial de recursos que uma organização possa ter, ou seja, os seus funcionários.

Sendo assim, não fica difícil entender por que a Toyota conseguiu envolver e capacitar todos os seus funcionários para o combate aos desperdícios, a ponto de criar uma filosofia sobre tal assunto.

As empresas brasileiras, sobretudo as de mão-de-obra intensiva, precisam acreditar e dar mais ênfase ao treinamento dos seus funcionários, sobretudo à sua mão-de-obra direta. Sem um treinamento adequado e contínuo da força de trabalho, a organização não terá preparo suficiente para combater as perdas fundamentais dos seus processos produtivos, e assim, continuará deixando de ganhar dinheiro, ou até colherá amargos prejuízos.

A mão-de-obra indireta (supervisores, gerentes, engenheiros etc.) como pessoas mais esclarecidas e mais bem preparadas, tanto em assuntos de natureza técnica como teórica, devem assumir o papel de ensinar e apoiar, como facilitadores, o trabalho dos operários na identificação e resolução dos problemas (CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 66).

Pelo exposto sobre a filosofia do envolvimento de todos, pode-se concluir que todo o sistema de produção enxuta está centrado nas pessoas, sem o que, estará entregue ao fracasso.

5.7.2.1.3.6 - O completo envolvimento de todos, e princípios éticos, morais e religiosos como facilitadores

Sendo o envolvimento de todos o ponto filosófico central da produção enxuta, parece razoável apresentar, nesse trabalho um pouco sobre os princípios éticos, morais e religiosos que poderão contribuir como facilitadores na filosofia do completo envolvimento de todos, sobretudo na formação de trabalhos em equipe, principalmente por parte dos operários, para a plena implementação e consolidação do sistema de produção enxuta.

Segundo Ghinato (1996, p. 15), o Confucionismo, por ser entendido como um sistema ético e não como uma religião, gerou no Japão um espírito de nacionalismo diferenciado, contribuindo para a formação de sistemas legais, morais e educacionais, permanecendo como conduta de comportamento moral dominante.

O autor continua afirmando que Confúcio pregava que a fé, a benevolência, a justiça, o formalismo e o conhecimento, são as virtudes mais importantes de um povo. Ele afirma que no Japão o Confucionismo foi difundido com mais ênfase na lealdade, em detrimento da benevolência, sendo esta associada à devoção filial e ao dever para com os mais velhos. A ênfase do Confucionismo japonês no princípio da lealdade contribuiu para a formação do espírito de equipe, em observância à obediência dos operários mais novos, aos operários mais experientes e com mais tempo de serviço nas empresas (GHINATO 1996, p. 15).

Segundo Weber (1997), a religião exerce uma profunda influência sobre a forma como as pessoas se comportam nas suas atividades de trabalho e, conseqüentemente, na vida econômica e social de uma nação. A teologia e a ética do Calvinismo foram fatores essenciais no

desenvolvimento do capitalismo do norte da Europa e dos Estados Unidos. Ele condenou a usura, procurou limitar as taxas de juros, lutou para que os empréstimos aos pobres fossem isentos de encargos e defendeu uma remuneração mais justa para os trabalhadores. Weber foi contra a especulação financeira e a manipulação dos preços, principalmente os preços dos alimentos.

Embora Weber considerasse a prosperidade um sinal da bondade de Deus, ele valorizou a pessoa do pobre (operário), considerando-o um instrumento de Deus para estimular os mais prósperos à prática do amor ao próximo. Segundo ele, na ética protestante, o trabalho constitui a própria finalidade da vida. O ócio e a preguiça são encarados como um sintoma da ausência do estado da graça de Deus, a exaltação ao trabalho lhe é peculiar, como um meio do homem se aproximar de Deus. Além disso, o amor ao próximo é visto como a expressão mais forte da vocação ao trabalho para a manutenção da própria vida aqui na terra. Para ele, o trabalho, além de unir os homens, proporciona a certeza da concessão da graça divina, dando a noção de que Deus é o Senhor de toda a vida, inclusive da atividade econômica. Sendo assim, esta deve refletir uma ética baseada na compaixão, solidariedade social, justiça e amor ao próximo (WEBER, 1997).

Jesus Cristo quando argumentado e provado por um escriba, intérprete da lei sobre qual é o maior dos dez mandamentos respondeu:

Respondeu Jesus: O principal é: [...] O Senhor nosso Deus, é o único Senhor! Amarás, pois ao senhor, teu Deus, de todo o teu coração, de toda a tua alma, de todo o teu entendimento e de toda a tua força. O segundo é: Amarás o teu próximo como a ti mesmo. Não há mandamento maior do que estes (ALMEIDA, 1999, p. 80).

Pela citação de Jesus Cristo, o amor ao próximo é o segundo maior de todas as virtudes, valores e atitudes que o homem cristão pode exercer quando em vida. O amor ao próximo suplanta a lealdade enfatizada pelo Confucionismo japonês.

5.7.2.2 – A produção enxuta como um conjunto de técnicas para a gestão da produção

Segundo Ferreira (1971), técnica é a parte material ou o conjunto de processos de uma arte; prática. E a prática é o ato ou efeito de praticar; uso; experiência; exercício; saber resultante da experiência; rotina; aplicação da teoria.

Esta etapa do presente trabalho tem como objetivo apresentar conceitos e origens de algumas técnicas usadas pela produção enxuta. Muitas delas foram aplicadas no estudo de caso apresentado no capítulo 7.

As técnicas ajudam na mudança do comportamento, eliminando barreiras culturais (SCHONBERGER, 1984, p. 101).

Estão apresentadas, a seguir, resumidamente, as seguintes técnicas: 1- autonomia (jidoka); 2- Análise do por que-por que; 3- 5S; 4- *set-up* (troca rápida de ferramentas); 5- diagrama de causa e efeito; 6- diagramas de pareto; 7- MPT (manutenção preventiva total); 8- Mapeamento do fluxo de valor; 9- leiaute celular; 10- *andon* (controles visuais); 11- diagrama de fluxo de processo; 12- *Poka-yoke* (dispositivos à prova de defeitos).

5.7.2.2.1 – A autonomia – (“jidoka”) – Zero defeito

Segundo Ohno, a autonomia é uma das bases do Sistema Toyota de Produção. Foi uma das primeiras técnicas a ser usada pela Toyota.

Shingo discorda de Ohno com relação a autonomia ser uma das bases do Sistema Toyota de Produção. Para ele, as duas características básicas do Sistema Toyota de Produção são: (1) Produção com estoque zero e (2) Redução do custo de mão-de-obra. Ele afirma que a autonomia mostra com clareza a separação do trabalhador da máquina, deixando a máquina mais independente do homem e o homem com mais tempo de operar mais máquinas:

A autonomia é um dos muitos meios disponíveis para atingir as reduções do custo de mão-de-obra. Defendo, no entanto, que a autonomia deve ser vista como o principal meio para o atingimento desse fim (SHINGO, 1996, p. 195-197).

Nas fábricas que não adotam o sistema de produção enxuta, os trabalhadores permanecem junto de suas máquinas observando se alguma anormalidade acontece, enquanto as máquinas trabalham automaticamente (SHINGO, 1996, p. 30-31).

A *autonomia*, além de automatizar a força de trabalho de ação da mão humana, automatiza também a ação de observação dos trabalhadores, no tocante aos acontecimentos de alguma anormalidade. Quando isso acontece (produtos defeituosos), a máquina pára automaticamente de produzir. É apenas nesse momento que a máquina recebe a atenção dos

operadores. Sendo assim, os operadores passam a operar com várias máquinas ao mesmo tempo (SHINGO, p. 30-31).

Nesse aspecto, há uma concordância entre Shingo e Ohno. Segundo Ohno, a *autonomação* fez com que a gestão da produção fosse modificada. A máquina fica funcionando sozinha e só recebe a atenção do operador quando pára, devido alguma anormalidade. Sendo assim, um trabalhador pode operar várias máquinas (OHNO, 1997, p. 28).

A parada da máquina, quando da ocorrência de alguma anormalidade, força a todos a tomar conhecimento do fato e enxergar oportunidades de melhorias nos esclarecimentos dos problemas (OHNO, 1996, p. 28).

Para Ohno, porém, é importante reconhecer que essa técnica não é simplesmente o uso da automação industrial. A *autonomação* é conhecida também como automação com um toque humano. Ou seja, consiste em dar inteligência à máquina, a fim de se evitar a fabricação de produtos defeituosos (OHNO, 1996, p. 28).

O conceito maior de *autonomação* não está simplesmente na parada da máquina e sim em não se fabricar produtos com defeitos. Sendo assim, o envolvimento dos operadores é muito importante. Para todas as máquinas, mesmo aquelas para as quais não é possível a adaptação de dispositivos de parada automática, o conceito de zero defeito deve ser aplicado com o auxílio do toque humano (*atonomação* com um toque humano) (OHNO, 1996, p. 28).

Para se conseguir aplicar esse conceito, deve-se colocar em todas as máquinas um dispositivo com sinal luminoso e/ou sonoro, que será acionado quando da ocorrência de alguma anormalidade forçando a parada da célula de produção, até que a solução do problema seja encontrada (OHNO, 1996, p. 28).

5.7.2.2.2 – A análise do por que-por que

A análise do por que-por que é uma técnica que tem a finalidade de descobrir a verdadeira causa-raiz de um determinado problema. Questionam-se, no mínimo, por cinco vezes, os problemas, até que se descubra a sua causa-raiz (OHNO, 1997, p. 37-38).

A técnica começa com a identificação do problema com a pergunta: por que o problema ocorreu? São identificadas as causas maiores da ocorrência do problema. A cada uma das causas maiores é novamente feita a pergunta: por que essas razões ocorreram? E assim sucessivamente. Esse procedimento continua até que uma causa pareça suficientemente a razão da causa-raiz do problema ou mais respostas à questão “Por que?”, possam ser geradas (SLACK et. al, 1997, p. 613).

Para Ohno (1997, p.38), em uma operação de produção, os fatos são mais importantes que os dados. Ele faz a seguinte argumentação:

Na operação de produção de uma fábrica, os dados são considerados de grande relevância - mas eu considero os fatos como sendo ainda mais importantes. Quando surgir um problema, se a nossa busca pela causa não for completa, as ações efetivadas podem ficar desfocadas. É por isso que repetidamente perguntamos por quê.

5.7.2.2.3 – 5S - *seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke*

O 5S é uma prática que nasceu no Japão, no ambiente familiar, onde os pais repassam para os filhos princípios educacionais que os acompanham ao longo de toda vida. Quando ocidentalizada, passou a ser conhecida como *Housekeeping*. A denominação 5S é devido à origem de cinco palavras que, quando escritas em japonês, iniciam com a letra “S”. Essas cinco palavras representam as cinco atividades sequenciais e cíclicas dos 5S. São elas: *seiri* (descarte), *seiton* (organização), *seiso* (limpeza), *seiketsu* (higiene) e *shitsuke* (ordem mantida) (RIBEIRO, 1994, p. 17).

Segundo Ribeiro, (1994, p. 19; 1997, p. 36):

No fundo, o processo 5S nada mais é do que a prática de bons hábitos. Os dois últimos “S” são relacionados com a atitude e os valores das pessoas, os quais são desenvolvidos pela prática dos três primeiros. Isto significa que, da eficácia de *seiri, seiton e seiso*, depende a eficácia de *seiketsu e de shitsuke*, que são atividades permanentes do 5S. Dessa forma, recomendamos que a organização não delimite período para a execução de cada “S”, embora possa medi-los individualmente.

Ribeiro (1997, p. 37) reconhece que o 5S é uma excelente ferramenta para superar as carências educacionais dos empregados (de todos os níveis), já que a organização é o único

ambiente propício para este fim, haja vista que a maioria dos funcionários das organizações no Brasil, não tem mais acesso à escola, como, também, já não mais recebe educação dos seus pais.

“O 5S é um processo educacional e por isso foca a valorização do homem” (RIBEIRO, 1994, p. 20).

5.7.2.2.4 – A troca rápida de ferramentas – *Set-up*

Um dos segredos para se chegar até o Sistema Toyota de Produção está na TRF (troca rápida de ferramentas), a fim de reduzir o tempo de *set-up* e promover a produção em pequenos lotes (SHINGO, 1996, p. 129).

O *set-up* é uma técnica que consiste em minimizar o máximo possível o tempo de trocas de moldes, dispositivos e ferramentas. A forma mais eficaz é a troca de ferramentas através de um único toque (OTED). Shingo cita exemplos de redução de tempo de *set-up*, casos em que antes se levava até 24 horas e, com o uso dessa técnica, houve uma redução para 2 minutos; um outro que gastava 2,5 horas passou para 6 minutos e 35 segundos (SHINGO, 1996, p. 77).

Segundo Shingo (1996, p. 78-80), há dois tipos de operações de *set-up*:

- 1- *Set-up* interno (SI) – são as operações que só podem ser realizados quando a máquina está parada, por exemplo, a troca de moldes e matrizes.
- 2- *Set-up* externo (SE) – são aquelas que devem ser realizados enquanto a máquina está trabalhando, por exemplo, os transportes dos moldes e matrizes.

A separação da operação de *set-up* em *set-up* interno e *set-up* externo é fundamental para a perfeita racionalização do tempo do *set-up*. Com essa técnica, consegue-se transferir elementos de *set-up* interno para *set-up* externo ou até eliminá-los, reduzindo os tempos de *set-up* interno em até mais de 50% (SHINGO, 1996, p. 78-80).

Shingo foi o criador da TRF (troca rápida de ferramentas) e formulou uma hipótese de que qualquer *set-up* poderia ser executado em menos de 10 minutos. Essa sua técnica foi logo incorporado ao Sistema Toyota de Produção (Idem).

Segundo Shingo (1996, p. 82), há quatro funções para os *set-up*:

- 1- Preparação da matéria prima, de dispositivos de montagem e acessórios, etc. – representando cerca de 30% do tempo total do *set-up*.
- 2- Fixação e remoção de matrizes e ferramentas – representando cerca de 5% do tempo total do *set-up*.
- 3- Centralização e determinação das dimensões de ferramentas – representando cerca de 15% do tempo total do *set-up*.
- 4- Processamentos iniciais e ajustes – representando cerca de 50% do tempo total do *set-up*.

Shingo ainda desenvolveu oito técnicas básicas para auxílio na redução dos *set-ups* (SHINGO, 1996, p. 82-89).

5.7.2.2.5 – O diagrama de causa e efeito

Os diagramas de causa e efeito são uma técnica que ajuda na descoberta da causa-raiz dos problemas, relacionando um efeito observado com suas possíveis causas (SLACK, 1997, p. 610).

Quando completo o diagrama de causa e efeito parece uma espinha de peixe e, em geral, é conhecido também como “diagrama de espinha de peixe” ou “diagrama de *Ishikawa*”. Ele é bastante usado em programas de melhoramentos de forma geral. Para o uso correto, se faz necessário um treinamento mínimo, pois essa técnica tira vantagem da sinergia criada por um grupo de pessoas na solução dos problemas (SLACK, 1997, p. 610; HRADESCK, 1989, p. 73).

Observando a importância da separação das causas de seus efeitos no gerenciamento e como há a tendência de confundi-los, foi que os japoneses criaram o “diagrama de causa e efeito” (FALCONE, 1995, p.17).

Segundo Hradesky (1989, p. 73):

Causas são variáveis ou fatores que contribuem para a variação ou para o nível do efeito resultante e podem, em geral, ser classificadas como: mão-de-obra, máquina, materiais, método, medidas ou movimentos. Efeito é, em geral, uma característica de desempenho que resulta de uma causa específica e é manifestado por um dado sintoma.

Segundo Falcone, (1995, p.17):

O controle do processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o presidente, até os operadores. O primeiro passo no entendimento do controle do processo é a compreensão do relacionamento causa-efeito. Sempre que algo ocorre (efeito, fim, resultado) existe um conjunto de causas (meios) que podem ter influenciado.

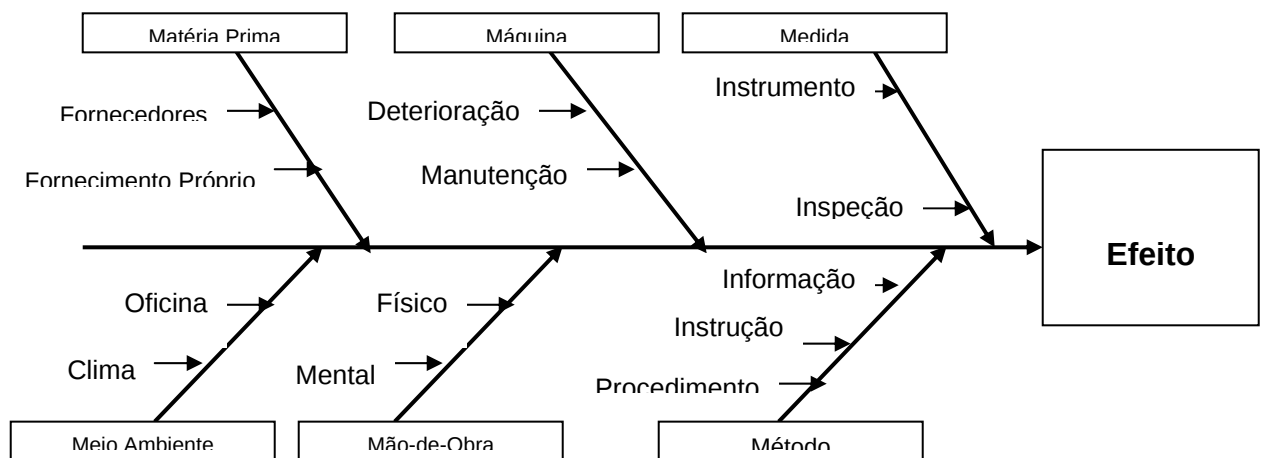


Figura 5.3 – Forma geral de diagrama de causa e efeito (Fonte: Falcone, 1995, p. 18)

5.7.2.2.6 – Diagramas de pareto

O diagrama de pareto é uma técnica que tem sua análise baseada no fenômeno de que poucas causas explicam a maioria dos defeitos (SLACK et al. 1997, p. 612).

O diagrama de pareto classifica graficamente, em um gráfico de barras, os problemas ou as causas dos problemas, na ordem decrescente, ou seja, por ordem de importância.

5.7.2.2.7 – MPT- Manutenção Produtiva Total – Quebra Zero

A manutenção produtiva total consiste no envolvimento de todos os funcionários, visando o aprimoramento na manutenção de máquinas, a fim de se eliminar as perdas oriundas da variabilidade dos processos produtivos causados pelas quebras de máquinas. Os operários são incentivados a assumir a responsabilidade de pequenos reparos nas atividades rotineiras de manutenção. Sendo assim, os especialistas em manutenção podem, então, ser liberados para desenvolver qualificações de ordem superior, para melhores sistemas de manutenção (SLACK et al. 1997, p. 483).

Nakajima (apud Slack et al. 1997, p. 639), define a MPT:

a manutenção produtiva é realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos. Sendo a manutenção produtiva uma: gestão de manutenção que reconhece a importância da confiabilidade, manutenção e eficiência econômica no projeto de fábricas.

A manutenção produtiva total nasceu no Japão, no início da década de 70, como uma extensão natural na evolução da manutenção corretiva para a manutenção preventiva, sendo uma excelente alternativa, adequando-se perfeitamente à produção enxuta, que exige a disponibilidade total das máquinas, a fim de não proporcionar a geração de estoques (SLACK et al. 1997, p. 639; GHINATO, 1996, p. 145).

No Japão, o trabalho em equipe e *empowerment* (autonomia) e a melhoria contínua são filosofias e princípios de trabalho usados pela MPT, a qual deve ser um assunto tratado por toda a organização, para o qual, todos os funcionários podem contribuir direta ou indiretamente (SLACK et al. 1997, p. 639).

Segundo Ghinato (1996, p. 145), Takzsan afirma que: “MPT significa obter perda zero através dos pequenos grupos”, enquanto que Maggard et al, 1992, complementam:

a MPT pode ser definida como uma abordagem de parceria entre todas as funções da organização, mas particularmente entre a produção e a manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência da operação, garantia da capacidade e segurança.

Segundo Slack et al. (1997, p. 639), Nakajima afirma que a MPT persegue cinco metas:

- 1- Melhorar a eficácia dos equipamentos – analisar todas as perdas por tempo parado (paradas de máquinas, *set-up*), perda por velocidade (tempos ociosos e pequenas paradas e velocidade reduzida) e perda por defeito (defeitos de qualidade e retrabalho e ineficiência de partida da unidade), a fim de verificar quais as instalações que estão contribuindo para a eficácia da produção.
- 2- Fazer manutenção autônoma – treinar e dar autonomia aos operadores das máquinas da produção e a responsabilidade de algumas tarefas de manutenção. Delegar responsabilidade à equipe de manutenção, para assumir a melhoria pelo desempenho da manutenção.

- 3- Planejar a manutenção – planejar para cada peça das máquinas, o nível necessário de manutenção preventiva; os padrões para a manutenção preditiva; as responsabilidades dos operadores de máquinas e mecânicos de manutenção. Ver quadro 5.1.
- 4- Treinar adequada e continuamente – treinar todo o pessoal em habilidades relevantes de manutenção. É uma forte ênfase da MPT.
- 5- Conseguir gerir os equipamentos logo no início. Adotar a prevenção de falhas a fim de rastrear todos os problemas potenciais de manutenção, até sua causa primeira e depois tentar eliminá-los nesse ponto.

Quadro 5.1 – Os papéis e responsabilidades dos operadores e mecânicos de manutenção na MPT.

	Mecânicos de manutenção	Operadores de máquinas
Papéis	Para desenvolver.	Para assumir.
	1- Ações preventivas.	1- Domínio das instalações
	2- Manutenção corretiva.	2- Cuidado com as instalações
Respon-	1- Treinamento dos operadores.	1- Operação correta.
sabili-	2- Planejamento da prática de	2- Manutenção corretiva de rotina
dade	manutenção.	3- Manutenção preditiva de rotina
	3- Solução de problemas.	4- Detecção de problemas.
	4- Avaliação da prática operacional.	

Fonte: Slack et al., (1997, p. 641)

A produção enxuta deve dar uma atenção toda especial à manutenção das máquinas e a MPT é a técnica estabelecida para esse fim, pois pequenos estoques entre os processos não absorveriam freqüentes ou mesmo eventuais paradas por quebra de máquinas, afetando a sincronização da produção, além de não conseguir a eliminação da perda de produtos defeituosos gerados pelas precárias condições de funcionamento das máquinas, afetando, conseqüentemente, o fluxo de produção (GHINATO, 1996, p. 145).

5.7.2.2.8 – Mapeamento do fluxo de valor

Segundo James Womack, (<http://www.janelanaweb.com/manageme/magro.html>, 13/ago/2002):

A questão ideológica central trazida pela produção enxuta não é de ordem técnica (máquinas e o software). Explica-se então: O que é preciso é mudar o enfoque da gestão até hoje centrado nos ativos, na organização e nas tecnologias. A atenção tem de ser dirigida para o fluxo de valor. É necessário pensar todo o desenho do processo a partir do cliente, e não ao contrário. É preciso saber o que é criar valor para esse cliente e redesenhar todo um novo mapa de fluxo de valor em função disso. Tipicamente, 90% das ações que fazemos num dado processo não criam valor algum. A maioria é executada porque a configuração do processo, desde o desenho, ao desenvolvimento, à gestão das encomendas ou à produção física assim o exige, erradamente.

O mapeamento do fluxo de valor é uma técnica para se mapear, com o uso de papel, lápis e borracha, o fluxo de valor para auxiliar a enxergar e entender melhor o fluxo de material e de informação para cada produto, à medida que ele segue o fluxo de valor dentro do processo produtivo (ROTHER; SHOOK, 1999, p. 3-4).

Deve-se seguir cuidadosamente o caminho por onde cada produto passa pela produção, desde o consumidor até o fornecedor e desenhar, detalhadamente, representando visualmente o fluxo de material e informação, construindo assim o estado atual do fluxo de valor. Em seguida, deve-se formular várias questões chaves e, a partir daí, passar a construir o mapa de fluxo de valor do estado futuro, ou seja, como deveria ser. Essa técnica nos ajuda a enxergar o verdadeiro valor para cada produto e, especialmente, as fontes de desperdício para cada produto (Idem).

E continuam os mesmos autores: o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que:

- 1- Ajuda a enxergar não só os processos individuais, mas também todo o fluxo.
- 2- Além de visualizar os desperdícios, identifica as fontes deles ao longo do fluxo.
- 3- Ajuda nas tomadas de decisão com clareza e definição.
- 4- Ajuda na reunião de conceitos e técnicas de produção enxuta, evitando a implementação isolada de técnicas.
- 5- Forma a base de um plano de implementação.
- 6- Ajuda a visualizar a relação entre os fluxos de informação e de materiais.

5.7.2.2.9 – O leiaute celular

Essa técnica consiste na determinação da localização física de todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. Também determina a maneira segundo a qual os materiais, informações e clientes, fluem através do processo de fabricação (SLACK et al. 1997, p. 210-211).

O arranjo físico determina o desenho e a aparência física do processo produtivo, sendo assim, é o que primeiro se nota quando se entra pela primeira vez em uma operação produtiva.

Mudanças relativamente pequenas na localização de uma máquina numa fábrica ou dos bens em um supermercado, ou a mudança de salas, em um centro esportivo, podem afetar o fluxo de materiais e pessoas da operação. Isto, por sua vez, pode afetar os custos e a eficácia geral da produção.

O autor continua:

Projetar o arranjo de uma operação produtiva, assim como qualquer atividade de projeto, deve iniciar-se com uma análise sobre o que se pretende que o arranjo físico propicie. Neste caso, são os objetivos estratégicos da produção que devem ser muito bem compreendidos (SLACK et al., p.210-211)

Na produção enxuta se trabalha com o leiaute celular, o qual possibilita que se eliminem as perdas através do atendimento da qualidade requerida para cada produto, da flexibilidade total da mão-de-obra, da fabricação de famílias de produtos por célula, do fluxo contínuo de produção, e da eliminação dos estoques intermediários etc.

Segundo Corrêa e Giancesi (1996, p. 72 e p. 87):

Os objetivos de redução de estoques, redução dos lotes de fabricação, envolvimento da mão-de-obra, fluxo contínuo de produção e aprimoramento contínuo, presentes na filosofia JIT, impõem algumas mudanças na forma de arranjar os recursos produtivos no espaço disponível da fábrica.

Os autores continuam (Corrêa e Giancesi, 1996, p. 87):

A coordenação exigida entre os diversos estágios da produção, em virtude da redução dos estoques intermediários, requer espírito de trabalho em equipe. Nesse sentido, a forma das células de manufatura contribui para a comunicação entre os trabalhadores, possibilitando maior envolvimento de todos na solução dos eventuais problemas que possam ocorrer, sejam eles problemas de qualidade ou quebras de máquinas, que tendam a prejudicar o trabalho de todo o grupo.

O leiaute tradicional em uso nos processos produtivos tem sido o leiaute por processo. Esse tipo de arranjo beneficia os recursos de transformação (instalações, máquinas, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra etc.) e estes têm o domínio na decisão do arranjo físico. O produto, as informações seguem um fluxo de processo a processo, gerando uma grande movimentação de materiais por grandes distâncias. As máquinas e equipamentos processam uma variedade de produtos, elevando o tempo de preparação deles. Aumentam os estoques intermediários devido a imposição da produção em lotes que conseqüentemente aumentam também o lead time de produção (SLACK, 1997, p. 214; CORRÊA; GIANESI (1996, p. 72).

A figura 5.4 exemplifica o leiaute por processo, com os seus fluxos, na utilização de tornos, fresadoras, furadeiras e plainas, onde pode-se observar um fluxo com cruzamentos.

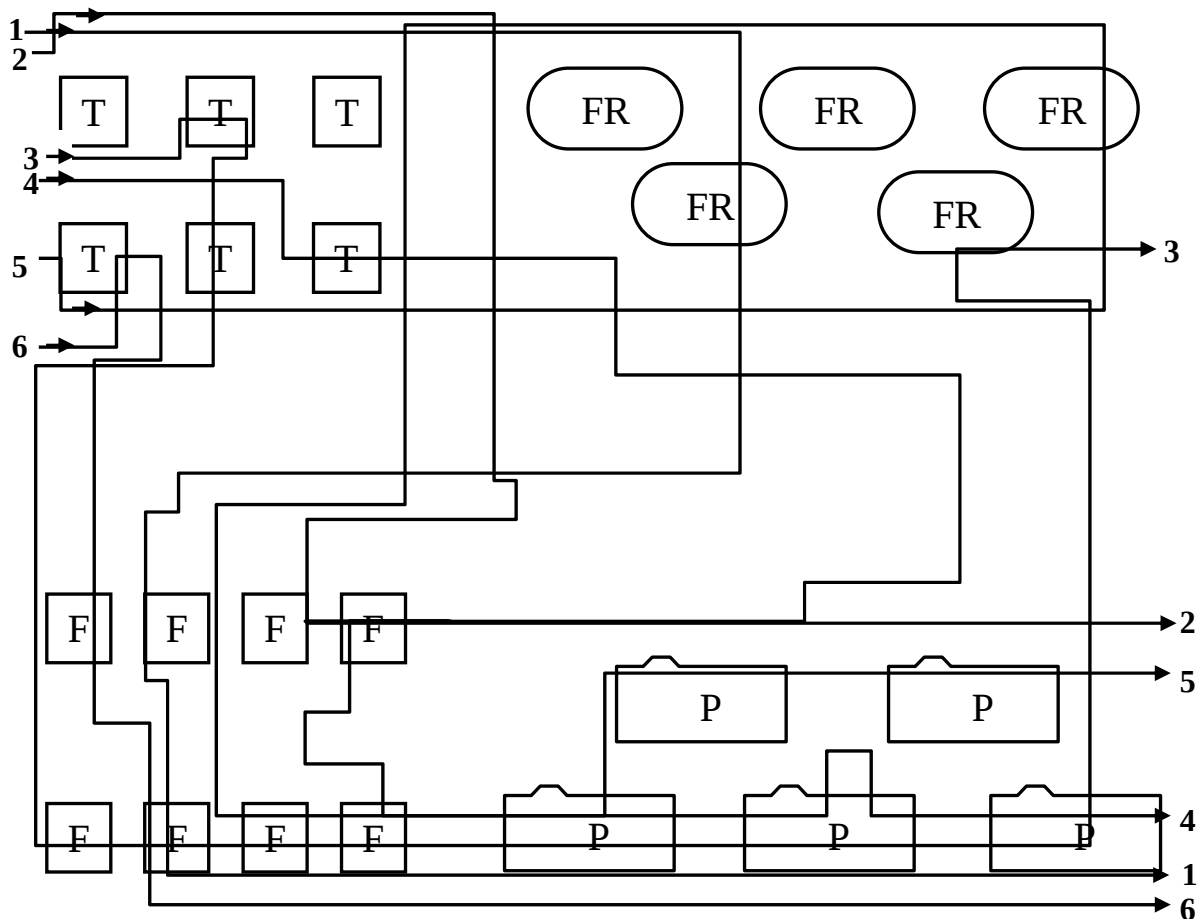


Figura 5.4 – Leiaute por processo – Exemplo hipotético - Fonte: (Gianesi, 1996).

O leiaute por produto é o arranjo mais eficiente, pois, a disposição das máquinas e equipamentos é desenhada conforme o fluxo de processo do produto, favorecendo a redução da movimentação de materiais; do tempo de preparação de máquinas e equipamentos; do espaço físico ocupado; dos estoques intermediários e a administração do controle da produção etc (CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 73).

O leiaute celular pode ser desenhado conforme um arranjo físico por processo ou produto, e é uma tentativa de transformar o arranjo físico por processo em um arranjo físico por produto (SLACK, 1997, p. 214; CORRÊA; GIANESI, 1996, p. 73).

No leiaute por produto, os fluxos de produto, e as informações são bastante transparentes e previsíveis, porém, exigem uma similaridade dos produtos (família de produto), que nele são processados (CORRÊA; GIANESI, 1996, P. 73).

No Sistema Toyota de Produção (STP), os operadores estão desassociados das máquinas e, conseqüentemente, do fluxo de processo. O fluxo de processo do produto está associado diretamente com a disposição das máquinas. Sendo assim, o leiaute das máquinas segue o fluxo de processo do produto e, como os operadores não são associados às máquinas, não há necessidade de seguirem o fluxo de processo do produto (SHINGO, 1996, p. 189).

A maximização da eficiência do operador, através de melhorias contínuas no projeto das operações, é o que se deve buscar. Sendo assim, o leiaute celular deve ser desenhado de forma a atender tanto ao fluxo de pessoas como ao fluxo de processo do produto. Os desenhos geralmente tomam uma forma de “U”, “V” “L” ou “S” etc. A disposição das máquinas deve estar com a frente operacional voltada para o lado interno do leiaute. Os operadores, por sua vez, trabalham também do lado interno do leiaute, a fim de facilitar a ajuda mútua. Com isso se consegue minimizar a necessidade da força de trabalho, aumentando, conseqüentemente, a produtividade (Idem)

À figura 5.5 exemplifica o leiaute celular, com os seus fluxos, na utilização de tornos, furadeiras, plainas, e fresadoras. Pode-se observar um fluxo muito simples e transparente e de fácil administração.

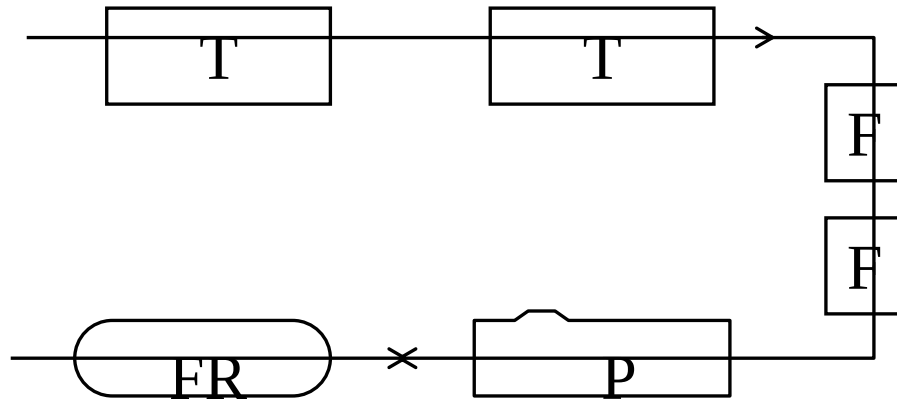


Figura 5.5 – Leiaute celular em forma de “U” – Exemplo hipotético - Fonte: (Gianesi, 1996).

5.7.2.2.10 – Andon

É uma técnica do uso de controles visuais, através de luzes indicadoras em um painel, que transmite informações importantes e sinaliza a necessidade de ação imediata por parte dos supervisores, além de permitir aos operários parar a célula ou linha de produção, quando percebem qualquer tipo de problema (SHINGO, 1996, p. 108).

O mais importante não é a rapidez com que a supervisão ou a sua gerência é alertada dos problemas nas células ou linhas de produção, e sim, as soluções que serão tomadas, de forma que o problema não se repita mais. Paliativos ou medidas temporárias não resolvem o problema e não são recomendados, embora, façam com que as células ou linha de produção voltem a funcionar mais rapidamente (Idem).

Essa técnica é simples, porém, só funciona se o operador tiver a autonomia para fazer uso dela (OHNO, 1997, p. 129).

Um quadro com lâmpadas de três cores, verde, amarela, e vermelha, é colocado pendurado acima da célula ou linha de produção. Quando as operações estão em condições normais de trabalho, os operários mantêm a lâmpada de cor verde acesa. Quando algum operário deseja ajustar alguma coisa na célula ou na linha, ele solicita ajuda acendendo a lâmpada de cor amarela. Se algum operário sentir a necessidade de parar a linha, para se corrigir um problema, ele acende a lâmpada de cor vermelha. Se o problema for muito grave, o operário deve ter autonomia para parar as atividades da célula ou da linha de produção. Para se eliminar completamente as

anormalidades dos processos produtivos, os operadores não devem ter receio de parar a célula ou a linha de produção (OHNO, 1997, p. 129).

5.7.2.2.11 – O Diagrama de fluxo de processo

Consiste em detalhar minuciosamente, a fim de se compreender melhor, todas as partes do processo para um determinado tipo de fluxo. O fluxograma registra tudo o que flui através das operações, por exemplo, estágios, informações, produtos, trabalho, consumidores, etc. (SLACK, 1997, p. 607).

O diagrama de fluxo de processo é provavelmente uma das técnicas mais utilizadas nas organizações. Ela é usada, praticamente, para três propósitos: (1) Focalizar e determinar a sequência de tarefas; (2) Focalizar tempo entre partes de um trabalho, e (3) Focalizar movimento de elementos dentro do trabalho (SLACK, 1997, p. 722).

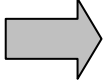
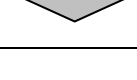
Os fluxogramas são fundamentais para a padronização e real entendimento do processo. Eles devem ser construídos para todas as áreas da organização e pelas próprias pessoas que neles trabalham, de forma bem participativa (CAMPOS, 1992, p. 55).

A padronização contribui para a garantia da qualidade. O seu início começa com a utilização de fluxograma que, no gerenciamento da rotina do trabalho, tem dois objetivos: (1) garantir a qualidade; (2) aumentar a produtividade (Idem, 1992, p. 32).

Segundo Campos, (1992, p. 23), deve-se fazer o fluxograma que reflita a situação real e não a situação que se imagina, envolvendo as pessoas in-loco de cada atividade. Após o término do fluxograma, deve-se criticar cada etapa, a fim de simplificar as operações e eliminar as perdas.

Os diagramas são construídos basicamente com o uso de seis símbolos. No quadro 5.2 mostra os símbolos e o seu significado para cada tipo de diagrama de fluxo (Slack, 1997, p. 723).

Quadro 5.2 – Símbolos e significados para o diagrama de fluxo de processo – Fonte (Slack 1997)

Símbolo	Diagrama de processo global	Diagrama de fluxo de processo (para Pessoal)	Diagrama de fluxo de processo (para materiais)	Diagrama de fluxo de processo de duas mãos
	Operação	Operação	Operação	Operação
	Não usado	Transporte	Transporte	Transporte
	Não usado	Espera	Espera	Espera
	Inspeção	Inspeção	Inspeção	Inspeção
	Não usado	Não usado	Estocagem	Segurar
	Decisão	Não usado	Não usado	Não usado

5.7.2.2.12 – *Poka-yoke* (à prova de defeitos)

Segundo Shingo (1996, p. 55), “o *poka-yoke* possibilita a inspeção 100% através do controle físico o mecânico”. Há dois métodos nas quais o *poka-yoke* pode ser usado para detectar e corrigir falhas: 1) método de controle, e 2) método de advertência.

O método de controle é o mais eficiente. Esse tipo de *poka-yoke* paralisa o processo de fabricação, até que a causa geradora de defeitos tenha sido corrigida. O método de advertência permite a continuação de fabricação do processo, caso os operários não atendam ao aviso de advertência. A escolha do método vai depender da frequência com que ocorrem os defeitos e do fato desses defeitos poderem ou não ser corrigidos (Idem).

Ainda conforme Shingo (1996, p. 56), há três métodos de *poka-yoke* de controle:

- 1- O método de contato, que identifica os defeitos em virtude da existência ou não de contato entre o dispositivo e algumas características, ligada à forma ou dimensão do produto;
- 2- O método de conjunto, que determina, se um dado número de atividades previstas são executadas; e,

- 3- O método das etapas, que determina se são seguidos os estágios, ou operações estabelecidos por um dado procedimento.

O dispositivo de *poka-yoke* é um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção, e não, um sistema de inspeção em si. A inspeção é o objetivo, o *poka-yoke* é simplesmente o método. Por exemplo, um gabarito que rejeita uma peça processada incorretamente é um *poka-yoke* que desempenha a função de inspeção (SHINGO, 1996, p. 56).

5.7.2.3 – A produção enxuta como um método de planejamento e controle da produção

Segundo Laville e Dionne, (1999, p. 11), método é derivado do grego *methodos*, formado por *meta*, “para”, e *hodos*, “caminho”. Poder-se-ia, então traduzir a palavra por “caminho para” ou, então, “prosseguimento”, “pesquisa”.

Os autores, Laville e Dionne, (1999, p. 11) citam a definição do matemático e filósofo René Descartes:

O método são regras precisas e fáceis, a partir da observação exata das quais se terá certeza de nunca tomar um erro por uma verdade, e, sem aí desperdiçar inutilmente as forças de sua mente, mas ampliando seu saber por meio de um contínuo progresso, chegar ao conhecimento verdadeiro de tudo que se é capaz.

Muitas das atividades de planejamento e controle da produção consistem na conciliação e conexão entre a capacidade dos recursos de produção que a organização tem de fornecer os seus produtos aos consumidores, com o conjunto de demandas dos mesmos (SLACK et. al, 1997, p. 320).

Os recursos não são infinitos e, por essa razão, as atividades de planejamento e controle da produção acabam por se deparar com muitas limitações dos recursos produtivos. De forma geral as limitações podem ser divididas em quatro:

- 1- Limitações de custos – os produtos e serviços devem ser fabricados respeitando os custos determinados, quais sejam: custos-padrão, custos-alvo, custos-kaizen etc.
- 2- Limitações de capacidade – os produtos e serviços devem ser fabricados dentro dos limites de capacidade projetados para a operação.

- 3- Limitações de tempo – os produtos e serviços devem ser fabricados dentro de um intervalo de tempo, no qual eles ainda têm valor para o consumidor.
- 4- Limites de qualidade – os produtos e serviços devem estar em conformidade com os limites de tolerância projetados para ambos (SLACK et. al.,1997,p.20).

Comumente, dentro das organizações há uma ênfase mais forte no planejamento, enquanto o controle fica um pouco a mercê da sorte.

A produção enxuta faz uso de técnicas que tratam especificamente sobre o planejamento e controle de produção, sendo assim, neste trabalho, essas técnicas foram abordadas distintamente das demais.

5.7.2.3.1 – O sistema de controle *just-in-time*

Uma das perdas classificadas na produção enxuta tem a sua causa raiz na programação dos estoques. Uma programação de estoques ruins (componentes que chegaram muito cedo ou muito tarde) causa imprevisibilidade na produção. (SLACK et. al, 1997, p. 486).

Os estoques podem ser gerenciados de duas formas: 1) pelo planejamento e controle “empurrado” (sistema MRP), e 2) pelo planejamento e controle “puxado” (sistema JIT). A produção enxuta tem o *just-in-time* como um de seus pilares, tendo como princípio o planejamento e controle através de um “sistema puxado” de produção. (Idem)

Segundo Ohno, (1997, p. 26):

just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero.

Segundo Shingo, (1996, p. 103):

As palavras *just-in-time*, em japonês significam: “no momento certo”, “oportuno”. A melhor tradução para a língua inglesa seria *just-on-time*, ou seja, em tempo, “não exatamente no momento estabelecido, mas um pouco antes, com uma certa folga”. No entanto, o termo sugere muito mais que se concentrar apenas no tempo de entrega, pois poderia estimular a superprodução antecipada e daí resultar em esperas desnecessárias. Na verdade o sistema toyota de produção com estoque zero, ou sem estoque, o que equivale a dizer que cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário – *just-on-time*, ou seja, no tempo certo sem geração de estoque.

“*Just-in-time* significa, produzir peças ou produtos exatamente na quantidade requerida – apenas quando são necessárias, e não antes disso” (SHINGO, 1996, p. 133).

Segundo Schonberger (1992, p. 20), que em sua obra, traduz a expressão *just-in-time* como apenas a tempo, fundamentou a seguinte definição:

A empresa deve fabricar e entregar produtos apenas a tempo de serem vendidos, submontá-los apenas a tempo de montá-los nos produtos acabados, fazer apenas a tempo de entregar nas sub-montagens e, finalmente, adquirir materiais apenas a tempo de serem transformados em peças fabricadas.

5.7.2.3.2 – O sistema *kanban* de controle de produção

Equivocadamente, alguns autores se referem à terminologia de *kanban* como sinônima de *Just-in-time* e muitas das vezes se referindo a todo o Sistema Toyota de Produção (STP), o que é um equívoco ainda maior (SLACK et al., 1997, p. 486).

Kanban é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle da produção “puxada”. É a palavra japonesa para cartão ou sinal. Ele é algumas vezes chamado de “correia invisível” que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um cliente para avisar ao seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado (Idem).

Os *kanbans* podem também tomar outras formas. Em algumas empresas japonesas, eles são constituídos de marcadores plásticos, ou ainda bolas de ping-pong coloridas, com diferentes cores, representando diferentes componentes. Há também diferentes tipos de *kanban* (SLACK et. al, 1997, p. 486).

Segundo Slack et. al, (1997, p. 492), o *kamban* é a ferramenta-chave de controle para o Sistema Toyota de Produção e tem três propósitos: (1) instruir que o estágio anterior envie mais material; (2) controle visual para identificação de áreas de superprodução; e (3) funciona como uma ferramenta para o *kaizen*. “A regra da Toyota diz que: o número de *kanbans* deve ser reduzido ao longo do tempo”.

O *kanban* é um método do STP – Sistema Toyota de Produção, que ajuda no funcionamento do sistema do *just-in-time* a conseguir o seu objetivo. A idéia do *kanban* surgiu com Ohno, através de observações dos supermercados americanos. Ohno pôde observar que os

supermercados eram o lugar aonde consumidores compravam o que lhes era necessário, no momento em que lhes era necessário e na quantidade que lhes era necessário (OHNO, 1997, p. 44-5).

No método *kanban*, a forma mais freqüente é um pedaço de papel dentro de um envelope vinil retangular contendo as seguintes informações: quantidade de produção, tempo, método, quantidade de transferência ou seqüência, hora da transferência, destino, ponto de estocagem, equipamento de transferência, container etc. “No STP – Sistema Toyota de Produção, o *kanban* impede totalmente a perda por superprodução”.

5.7.2.3.3 – O sistema de programação nivelada

Segundo Slack et al., (1997, p. 489):

Heijunka é a palavra japonesa para o nivelamento da produção, de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo. [...] O princípio da programação nivelada é bastante simples, mas os pressupostos para colocá-la em prática requerem esforços, ainda que os benefícios sejam substanciais.

Segundo Ohno (1997, p. 56), “o nivelamento da produção é muito mais vantajoso do que o sistema de produção em massa, planejado para responder às diversas exigências do mercado de automóveis.”

Segundo Ohno (1997, p. 55-57), a redução de *set-up* (troca rápida de ferramenta), é primordial para o nivelamento da produção. O completo nivelamento da produção depende totalmente da redução do *set-up*. Quanto mais diversificado for o mercado, mais ênfase se deve dar ao nivelamento da produção e, conseqüentemente ao *set-up*.

Slack et al., (1997, p. 489-490), dão um exemplo clássico e fantástico sobre a produção nivelada. A figura 5.6, mostra a diferença entre a programação tradicional e a nivelada. Na programação tradicional, durante o período de um mês, há necessidade de se produzir um determinado mix de produtos, sendo assim, calcula-se o lote econômico de produção (LEP) para cada produto, a fim de que os lotes sejam produzidos em uma seqüência predeterminada. A figura 5.6 (a) apresenta três produtos sendo fabricados em vinte dias de produção, com seus respectivos volumes mensais e lotes econômicos de produção. Nesse caso, no dia 1º, a fábrica inicia a fabricação do produto “A”, que será terminado durante o 3º dia de produção e transferido para o próximo estágio. O lote do produto “B” é iniciado no 3º dia de produção, porém, só é concluído no 4º dia de produção, e transferido para o próximo estágio. O restante do 4º dia de produção é

preenchido com a produção do produto “C”, sendo dois lotes transferidos no final do dia, e assim sucessivamente. O resultado é o acúmulo de grandes estoques entre os estágios do processo produtivo, em função de grandes lotes de produção, além da complexa diferença diária de produção. Ou seja, quanto maior for a variedade de mix de produtos, maior será a complexidade da produção.

Programas de grades										Necessidade de fabricação										
Dias de Produção: 20 dias										Artigo "A" = 3.000 LEP = 600										
										Artigo "B" = 1.000 LEP = 200										
										Artigo "C" = 1.000 LEP = 200										
Período de 20 dias										Produção total mensal = 5.000 LEP = 250										
Dia:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	250	250	100	50	250	250	100	50	250	250	100	50	250	250	100	50	250	250	100	50
	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	B	A	A	A	B
			+	+			+	+			+	+			+	+			+	+
			150	200			150	200			150	200			150	200			150	200
			B	C			B	C			B	C			B	C			B	C
	600 (A)				600 (A)				600 (A)				600 (A)				600 (A)			
													</							

resultado é que o nível global de estoques em processo na produção se reduz drasticamente, em função de pequenos lotes de fabricação, além de regularizar o ritmo de produção. Diariamente, passa-se a fabricar os mesmos produtos, nas mesmas quantidades, de forma a facilitar o planejamento e controle da produção em cada estágio. “Por exemplo, se no primeiro dia do mês o lote diário do produto “A” for terminado às 11 horas da manhã e os demais lotes forem completados ao longo do dia, no dia seguinte a produção saberá que se o lote “A” for novamente completado até às 11 horas, ela estará no horário. Quando cada dia é um dia diferente, a simples questão “estamos no horário para completar a produção de hoje?”, requer alguma investigação antes que possa ser respondida. Entretanto, quando todos os dias são iguais, qualquer um pode dizer se a produção está no horário apenas olhando para o relógio. O controle torna-se visível e transparente (SLACK et al., 1997, p. 489-90).

5.7.2.3.4 – O sistema de programação nivelada e modelos mesclados

O sistema de programação nivelada e modelos mesclados é a forma de se calcular o tempo da seqüência dos mix de produtos dentro do processo de fabricação, de forma a satisfazer as necessidades mensais da demanda dos mercados. O ideal é que o lote seja igual a um. A figura 5.7 mostra uma seqüência de um mix repetitivo com o lote igual a um (Slack et al., 1997, p. 491).

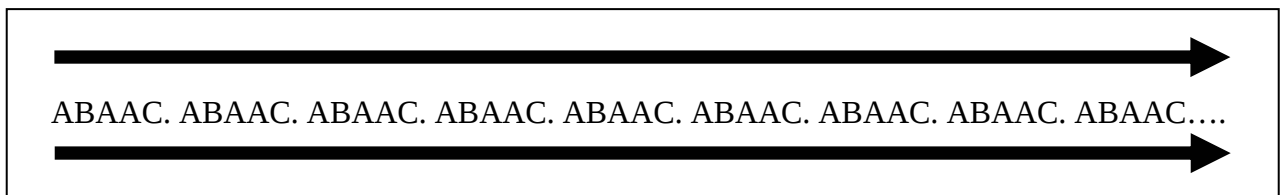


Figura 5.7 – Seqüência de um mix repetitivo – Fonte: (Slack et al., 1997, p. 491).

Nem sempre, porém, é possível se conseguir isso com um lote unitário.

5.8 – Tecnologia de grupo

Segundo Lorini (1993, p. 17), Tecnologia de Grupo (GT) é uma filosofia que explora as semelhanças na solução de problemas para se obter vantagens operacionais e econômicas mediante um tratamento de grupo. Nos processos de fabricação, aplica-se como filosofia de organização para a formação de células de manufatura através da exploração de características comuns de projeto ou processo nas peças e/ou produtos fabricados em um determinado processo

de fabricação, na qual buscaram-se as vantagens econômicas da produção em massa para a produção de pequenos lotes.

O autor afirma que as principais etapas para a implantação dos princípios de Tecnologia de Grupo podem ser citadas como: adequação do leiaute físico; implantação de um sistema de codificação e classificação; racionalização de projetos e processos de fabricação; e a formação de famílias de peças e células de máquinas. Dentre estas etapas, a organização de famílias e células é crucial. Quando aplicada num ambiente produtivo, tem-se inúmeros benefícios tais como: controle mais eficiente do projeto do produto; ausência ou minimização de estoques intermediários; simplificação do planejamento de processo; racionalização da programação da produção; melhor acesso e precisão das informações; significativa economia de custos de produção (LORINI, 1993, p. 17).

Relata-se que a Tecnologia de Grupo foi usada pela primeira vez na União Soviética no final da década de 1940 por Mitrofanov e Sokolovskii. O conceito básico apresentado no trabalho do engenheiro russo Mitrofanov era de agrupar peças com similaridade geométrica em família, para serem fabricadas em uma única máquina. Com isso, os tempos de preparação de máquinas foram reduzidos entre um tipo e outro de peças de uma determinada família, para as operações necessárias (GAINTER; FRAZIER, 2001, p. 108-9; LORINI, 1993, p. 18).

Na década de 60, os princípios de Mitrofanov foram difundidos pela Europa, principalmente na Alemanha e Inglaterra onde foram desenvolvidos novos trabalhos. O conceito evoluiu para a fabricação em famílias de peças, em mais de uma máquina, criando o conceito de célula de manufatura. Na busca de uma visão mais holística para o uso da GT na manufatura, o desenvolvimento da Tecnologia de Grupo (GT) está avançando na direção de uma combinação de conceitos de simplificação e integração neste ambiente. Novas técnicas estão sendo utilizadas com base nos conhecimentos de regras e algoritmos heurísticos. Estas tendências caracterizam-se por uma melhor integração das informações no processo produtivo, aplicação de técnicas não determinísticas para a geração de famílias, como ferramenta de inteligência artificial (LORINI, 1993, p. 18-19).

Desde o final de Segunda Guerra, a tecnologia de grupo tem sido estudada e aplicada na Europa, na Índia, em Hong Kong, no Japão e nos Estados Unidos. A maioria das aplicações dessa forma de produção tem sido em metalúrgica (GAINTER; FRAZIER, 2001, p. 108-109).

5.9 – Manufatura celular

A Manufatura Celular (MC) corresponde a um novo paradigma de organização industrial, resultante da tentativa de linearizar o fluxo de materiais, num sistema de produção intermitente sem, no entanto, sacrificar demais a flexibilidade inerente à organização funcional (SEVERIANO FILHO, 1998, p. 45).

A Manufatura Celular (MC) é um subconjunto do conceito de tecnologia de grupo e tem a sua origem no GT, no aperfeiçoamento das operações industriais. É um recurso que utiliza o conceito de família de itens, que consiste em agrupar artigos com base na semelhança da forma, tamanho, processo de produção etc. (SEVERIANO FILHO, 1998, p. 45; GAINTER; FRAZIER, 2001, p. 109).

Uma célula de manufatura pode ser conceituada com base numa abordagem física ou virtual. Ela é fisicamente definida como um conjunto de máquinas selecionadas e reunidas em determinado local e disposição, para conter todas as facilidades necessárias para se processar de forma econômica e racional uma família de peças. É virtualmente definida quando se considera apenas o seqüenciamento lógico, independentemente das facilidades. Para se determinar o número adequado de máquinas, pessoas, ferramentas etc, deve-se fazer uma análise através de um estudo de tempos e métodos e um balanceamento, considerando as características das famílias, o tamanho dos lotes, a diversidade de processos necessários e as limitações no aspecto físico. A transformação de um sistema tradicional de manufatura para o de manufatura celular não requer grandes investimentos, devido ao aproveitamento das máquinas existentes. A meta principal é a correlação das máquinas existentes com as famílias de artigos que serão fabricados (LORINI, 1993, p. 55).

5.10 – Produtividade

Segundo Severiano Filho (1995, p. 74), a definição do termo “produtividade” é bastante usual na vastíssima literatura sobre economia industrial e gestão da produção. É a primeira e mais importante etapa no processo de elaboração de indicadores de rendimento da manufatura.

[...] desde Adam Smith, a produtividade é considerada como vida; é igualmente um dos fatores determinantes nos processos produtivos, de rentabilidade das empresas e de competitividade das economias. (SEVERIANO FILHO, 1998, p. 19).

O conceito de produtividade, mesmo que tenha partido de diferentes perspectivas, parece convergir para a mesma idéia associada a eficiência. O conceito tecnológico define a produtividade em termos da relação entre o resultado (*output*) e os insumos gastos na produção (*input*). A engenharia, por sua vez, trata a produtividade numa visão de eficiência, definida pela relação entre os resultados atuais e potencial de um processo. Por fim, a teoria econômica sugere que a produtividade deve ser definida como a eficiência da alocação de recursos. (SEVERIANO FILHO, 1998, p. 134)

A produtividade total é definida como a relação entre o volume total de produção de bens e/ou serviços (*Output*) e o volume de recursos utilizados para se obter essa produção de bens e/ou serviços (*Input*), num certo período de tempo, e a um custo cada vez menor. Os bens e/ou serviços entregues aos clientes devem atender ou, se possível, ir além das suas expectativas, a fim de não impactar negativamente na produtividade. (SEVERIANO FILHO, 1998, p. 19; MARQUES, 1996, p. 43-44).

A produtividade parcial relaciona alguma medida de produção a um determinado fator específico, tomado isoladamente. Ou seja, dividindo-se *output* total por um único *input*. Trabalho, capital, matéria-prima energia são utilizados em medidas de produtividade parcial (Idem).

Para Marques (1996, p. 15 e 44), “produtividade é eliminar perdas [...]. É produzir cada vez mais, com cada vez menos recurso, e a um custo cada vez menor.”

Segundo (Severiano Filho, 1998, p. 136):

A produtividade técnica indica a eficiência total dos fatores produtivos empregados, em relação à produção obtida. A produtividade técnica de um sistema produtivo pode, assim, ser representada pela relação entre a saída física

de produtos e a quantidade de fatores utilizados. A produtividade econômica indica a monetarização das relações técnicas que contornam o processo de produção.

Para que o aumento da produtividade aconteça de forma efetiva, deve haver uma ação catalisadora do nível gerencial, alavancando cada um dos inputs, com a técnica apropriada para cada caso. Nas empresas, é comum o cálculo da produtividade, por meio do fator de produção e mão-de-obra (MARQUES, 1996, p. 44-5).

Uma das responsabilidades primordiais de um gerente de operações é a de alcançar a utilização produtiva dos recursos de uma organização. Utiliza-se o termo produtividade para descrever isto. A produtividade é um índice que mede a relação entre o output gerado (os bens produzidos e os serviços fornecidos) e o input utilizado (a mão-de-obra, os materiais, a energia e outros recursos) para produzir aquele output. Ela é geralmente expressa com a razão entre o output e o input (STEVENSON, 2001, p. 25).

A essência da produção enxuta é um poderoso sistema de gerenciamento da produção, cujo objetivo é o aumento da produtividade, ou seja, o aumento do lucro através da redução dos custos, isto é, redução e/ou eliminação das perdas dos *inputs*, com o uso de técnicas apropriadas para cada caso - para cada tipo de perda. Este objetivo, por sua vez, só pode ser alcançado através da identificação e eliminação das perdas, que são atividades que não agregam valor ao produto.

Tomando como base o exposto nos parágrafos acima, observa-se que a essência e os princípios da produção “enxuta” estão sustentados pelo aumento contínuo da produtividade e da qualidade. Ou seja, a maximização contínua do numerador (as saídas do sistema produtivo) e a minimização contínua do denominador (as entradas do sistema produtivo).

Segundo Severiano Filho (1998, p. 42)

[...] o *just-in-time* pode ser descrito como uma tecnologia indutora de produtividade, através do qual o processo manufatureiro adquire um desempenho avançado em termos de performance operacional. Na verdade, cada melhoria obtida no âmbito da manufatura JIT representa um elemento de entrada para a produtividade do sistema operacional.

No quadro 5.3 estão apresentadas algumas medidas de produtividade da produção enxuta.

Quadro 5.3 – Medidas de produtividade da produção enxuta

Melhoria da produção enxuta	Indicador de produtividade
Redução da planta industrial	Quantidade total de produtos / m ² de planta operacional..
Redução no ciclo de fabricação	Quantidade total de produto / utilização total de hora-homem. Quantidade total de produto / utilização total de hora máquina.
Redução dos estoques	Quantidade total de produtos / m ² da planta ocupada com estoque.
Redução de refugos, desperdícios e retrabalho	Quantidade total de produto / utilização total de hora-homem. Quantidade total de produto / utilização total de hora máquina.
Redução do tempo de <i>set-up</i>	Quantidade total de produto / utilização total de hora-homem. Quantidade total de produto / utilização total de hora máquina.

6 – METODOLOGIA

6.1- Tipo e natureza do estudo

Este é um estudo do tipo de pesquisa aplicada e descritiva.

É aplicada porque a empresa, sentindo-se motivada nas soluções de problemas reais na produtividade em alguns de seus processos, implantou células de manufatura e aplicou as filosofias, técnicas e métodos da manufatura enxuta.

Segundo Laville e Dionne (1999, p. 134), na pesquisa aplicada o pesquisador é levado a uma intervenção na vida real, a fim de melhor compreender as interações dos diversos fatores dos objetos de seus estudos.

Por ser um estudo de caso, é uma pesquisa descritiva, pelo fato dela ter investigado descritivamente as ações e atitudes da empresa em análise, com relação ao problema da pesquisa, observando, registrando, analisando e correlacionando fatos ou fenômenos (variáveis) sem procurar modificá-los (CERVO; BERVIAN, 1996, p. 48).

A vantagem mais marcante do estudo de caso é a possibilidade do pesquisador poder aprofundar-se em seus estudos, pois os recursos estão concentrados no caso visado, sem estar submetido às restrições ligadas à comparação do caso com outros casos. Pelo fato de não haver o condicionamento a um protocolo de pesquisa, permanecendo o mais imutável possível, pode-se dar asas à criatividade e à imaginação, adaptando-se instrumentos, modificando-se abordagem, a fim de explorar elementos imprevistos e precisar alguns detalhes, com o objetivo de se ter uma melhor compreensão do caso estudado, podendo até, se possível, reexaminar alguns aspectos da teoria que sustenta a investigação (LAVILLE; DIONNE, 1999, p. 156).

Para Gil (1991, p. 121), a elaboração de um estudo de caso se divide em quatro fases: (1) delimitação da unidade-caso; (2) coleta de dados; (3) análise e interpretação dos dados; e (4) redação do relatório.

Chizzotti (1998, p. 102) apresenta o estudo de caso em três fases: (1) seleção e delimitação do caso; (2) trabalho de campo; e (3) organização e redação do relatório.

Segundo Yin (1994, p. 26), um estudo de caso deve conter: (1) uma pergunta de pesquisa; (2) suas proposições; (3) a unidade de análise; (4) indicação de como os dados serão coletados; e (5) a apresentação da relação lógica entre os dados coletados, as proposições e o critério de interpretação dos resultados.

A pergunta da pesquisa e as proposições, assim como a delimitação e seleção do caso, já foram descritas em capítulos anteriores. A unidade de análise é a organização abordada.

Com o objetivo de enriquecer a pesquisa e observar o fenômeno por diversos ângulos, os dados foram gerados através de diversas variáveis e coletados de várias fontes.

6.2 - Variáveis de investigação do estudo

Neste trabalho, as variáveis utilizadas para aplicação nas células de manufatura implantadas, foram as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta apresentadas no quadro 6.1.

Quadro 6.1 - Filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.

1- Filosofias	1.1-	Eliminação total dos desperdícios e as sete perdas fundamentais. Ou seja, as perdas por: superprodução; transporte; processamento em si; movimento; espera; fabricação de produtos defeituosos e estoque.
	1.2-	A melhoria contínua.
	1.3-	O envolvimento de todos: a implementação da cultura; a participação dos funcionários nas sugestões; o trabalho em equipe; o treinamento e a educação.
2- Técnicas	2.1-	Leiaute celular
	2.2-	Autonomação (<i>jidoka</i>)
	2.3-	Análise do por que-por que
	2.4-	5S
	2.5-	<i>Set-up</i> (troca rápida de ferramentas)
	2.6-	Diagrama de causa e efeito
	2.7-	Diagrama de pareto
	2.8-	Mapeamento de fluxo de valor
	2.9-	Diagrama de fluxo de processo
	2.10-	<i>Poka-yoke</i> (<i>à prova de defeitos</i>)
3- Métodos	3.1-	O just-in-time
	3.2-	O <i>kamban</i>
	3.3-	O nivelamento da produção
	3.4-	A produção de modelos mesclados

As variáveis utilizadas para medir a evolução do desempenho das células de manufatura implantadas foram: redução do ciclo de fabricação, redução da área física e redução dos estoques apresentadas no quadro 6.2.

Quadro 6.2 – Variáveis para medir a evolução do desempenho das células de manufatura implantadas

VARIÁVEL	INDICADOR
1- Redução do ciclo de fabricação	1.1- Segundos gastos por par produzido 1.2- Média de pares por dia 1.3- Pares por pessoa dia 1.4- Pares por pessoa hora
2- Redução da área física	2.1- m2 ocupado por célula de produção 2.2- Pares por m2 da célula de produção
3- Redução dos estoques	3.1- pares em processo por célula de produção

6.3 - Definição das variáveis

A seguir estão definidas as variáveis utilizadas para aplicação nas células de manufatura implantadas:

Filosofias da produção enxuta - São consideradas no contexto deste trabalho como sendo o conjunto de valores que foram transmitidos para todos os envolvidos na realização deste trabalho, durante o tempo de aplicação da pesquisa.

Técnicas da produção enxuta - São consideradas como sendo o conjunto de técnicas que foram transmitidas e implementadas nas células, na empresa em estudo, durante o tempo de aplicação da pesquisa.

Métodos da produção enxuta - São considerados como sendo o conjunto de métodos que foram transmitidos e implementados nas células, na empresa em estudo, durante o tempo de aplicação da pesquisa.

As definições das variáveis utilizadas para medir a evolução do desempenho das células de manufatura implantadas estão apresentadas a seguir:

Redução do ciclo de fabricação - É considerado como sendo a redução do tempo gasto, comparando o antes e o depois da implementação das variáveis, para se fabricar um par de sandálias na célula de produção. É representado pelos seguintes indicadores de produtividade: (1) Segundos gastos por par produzido; (2) Média de pares por dia; (3) Pares por pessoa dia; e (4) Pares por pessoa hora.

Segundos gastos por par produzido - É considerado como sendo a quantidade de segundos gastos para se produzir um par de sandálias em uma determinada célula de produção e é obtido, através da quantidade de segundos úteis disponíveis em um turno de trabalho (7,5 horas) por pessoa, multiplicado pela quantidade de pessoas que trabalham na célula. O resultado da multiplicação é dividido pela quantidade de pares fabricados pela respectiva célula em um turno de trabalho. Quanto menor for este indicador, menor será o custo da mão-de-obra direta e menor será a perda de tempo na fabricação de sandálias na célula.

Média de pares por dia - É considerado como sendo a produção mensal de sandálias de uma determinada célula de produção, dividido pelos dias de produção da respectiva célula.

Pares por pessoa dia - É considerado como sendo a quantidade de pares de sandálias fabricadas pela célula de produção, dividido pela quantidade de pessoas da respectiva célula, durante um turno de trabalho (7,5 horas). Quanto maior for este indicador, menor será o custo da mão-de-obra e maior será a produtividade da célula na fabricação de sandálias.

Pares por pessoa hora - É considerado como sendo a quantidade de pares de sandálias fabricadas pela célula de produção, durante um período de um mês, dividido pela quantidade de horas trabalhadas, pelo conjunto de pessoas que trabalharam durante o mesmo período na respectiva célula. Quanto maior for este indicador, menor será o custo da mão-de-obra e maior será a produtividade da célula, na fabricação de sandálias.

Redução da área física - É considerado como a redução da área física ocupada por uma determinada célula de produção, comparando o antes e o depois da implementação das variáveis independentes e é representado pelos seguintes indicadores: (1) m² ocupado por célula de

produção; (2) pares por m2 da célula de produção, sendo o primeiro um indicador de utilização e o segundo um indicador de produtividade.

m2 ocupado por célula de produção - É considerado como sendo a área física real em m2, ocupada por uma determinada célula de produção.

Pares por m2 da célula de produção - É considerado como sendo a quantidade de pares de sandálias produzidas por uma determinada célula de produção, durante um período de um mês, dividido pela área física real em m2, ocupada pela respectiva célula.

Redução dos estoques - É considerado como sendo a redução dos estoques em processo, em uma determinada célula de produção, comparando o antes e o depois da implementação das variáveis independentes, utilizadas neste trabalho, durante a aplicação da pesquisa e é representado pelo indicador *pares em processo*, por célula de produção.

Pares em processo por célula de produção - É considerado como sendo a quantidade de pares em processo, em uma determinada célula de produção, ou em uma área/ processo na empresa em estudo, durante o período da pesquisa.

6.4 - Instrumentos da coleta de dados

Segundo Yin (1994, p. 78), pode-se obter dados para um estudo de caso através de seis fontes: (1) documentos; (2) arquivos; (3) entrevistas; (4) observação direta; (5) observação participativa; e (6) artefato físico. As várias fontes se completam e um bom estudo de caso deve apresentar as quantidades de fontes que forem possíveis. As fontes primárias, porém, são além das mais importantes, imprescindíveis.

Neste trabalho, as coletas de dados de fontes primárias foram realizadas através de: (1) documentos; (2) arquivos; (3) observação direta (4) observação participativa e (5) observação sistemática.

Segundo Yin (1994, p. 86), a observação direta é obtida por meio do contato com o objeto de estudo observado pelo pesquisador, a fim de colher ações das pessoas dentro do seu contexto natural. Ela é uma das formas mais eficazes de se observar os acontecimentos e comportamentos,

dentro do ambiente em estudo e contribui para adicionar informações sobre um tópico já estudado.

6.5 - Caracterização do universo de estudo

A empresa implantou suas células de produção em três etapas. A primeira para a fabricação de um semi-acabado da sandália infantil de borracha, denominada de Flash. Posteriormente, foi implantada uma célula de sandálias de PVC expandido, que resultou em uma nova fábrica de sandálias. Por último, foi concluída uma célula para atender à fabricação de modelos específicos de sandálias da marca Reef (cliente especial para empresa).

Nas três células foram implementadas filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta e, concomitantemente, foi realizada uma pesquisa descritiva na empresa em estudo.

Pelo fato desse estudo ter sido desenvolvido em uma única empresa e em processos específicos de produção de sandálias, os resultados da pesquisa não devem ser generalizados para todo o universo organizacional.

6.6 - Reprodutibilidade

Segundo Yin (1994), em um estudo de caso, a lógica da análise da empresa, onde a pesquisa foi aplicada, difere da análise utilizada em um processo de amostragem. Sendo assim, no lugar de número de amostra, utilizou-se a denominação de reprodutibilidade, por se entender que os trabalhos de implementação das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta realizados, podem ser reproduzidos em qualquer organização, sobretudo nas fábricas de calçados.

A reprodutibilidade foi determinada em função da forma como foram implantados as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.

Elas foram sendo implantadas à medida que problemas reais de produtividade iam aparecendo na introdução de novos processos de fabricação.

6.7 - Ordenamento e tratamento dos dados

Os dados da pesquisa tiveram ordenamentos e tratamentos diferenciados. As informações obtidas nas observações dos documentos internos da empresa, sobre os resultados colhidos, em

função da implantação das células de manufatura, com o uso das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta, foram facilmente interpretadas.

6.8 - Tipo de análise

As análises dos dados foram realizadas pela observação da evolução mensal e/ou pelos ganhos reais das variáveis previamente escolhidas, ou seja, *redução do ciclo de fabricação*, *redução da área física e redução dos estoques*, para avaliar o real desempenho das células de manufatura implantadas, e estão apresentadas em forma de gráficos.

A abordagem utilizada por Slack et. al, (1997) é a referência para as análises das variáveis escolhidas para aplicação nas células de manufatura implantadas, ou seja, as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.

7 – RESULTADOS

7.1 – Descrição e análise da empresa

7.1.1 – Descrição da Empresa

A empresa analisada é vice líder no ranking nacional do setor, tendo os seus calçados aprovados pelas principais lojas de departamentos do Brasil, América Latina, América do Norte e Europa.

As linhas de sandálias fabricadas em EVA (etil vinil acetato) e PVC (policloreto de vinila) expandido completam uma coleção jovem e moderna, que acompanha as mais recentes tendências da moda. O slogan “MAIS CORES PRA VOCÊ” determina o posicionamento de uma linha de produtos dinâmicos e versáteis, de grande identificação com o público consumidor.

Possui distribuição em âmbito nacional, com forte presença nas regiões norte e nordeste. A unidade industrial está localizada no município da Carpina, Estado de Pernambuco. A Dupé S/A faz parte do Grupo Tavares de Melo, que tem a diversificação de suas atividades econômicas como uma de suas prioridades estratégicas.

7.1.1.1 – Os processos produtivos da fábrica

A produção de sandálias na empresa é realizada em três segmentos de fabricação, a saber: (1) produção de sandálias de borracha; (2) produção de sandálias de EVA (Etil Vinil Acetato) e (3) produção de sandálias de PVC (policloreto de vinila) expandido.

7.1.1.1.1 – A produção de sandálias de borracha

A produção de sandálias de borracha é a principal linha de fabricação da empresa e representa hoje 70% do volume total de fabricação de sandálias, que por sua vez é responsável por 80% do faturamento da empresa.

A sua capacidade instalada é de três milhões de pares por mês, tomando como referência o modelo básico da sandália de borracha.

O mix de fabricação é formado pelas linhas: básica, super, super metálico e vip, representando, respectivamente, 55%, 15%, 15% e 15% do volume de produção (média/ ano 2002), e, 40%, 20%, 20% e 20% do faturamento (média/ ano 2002). Do volume total de produção, 30% é destinado ao mercado infantil, que é responsável por 40% do faturamento (média/ ano 2002).

O fluxo simplificado do processo de fabricação de sandálias de borracha tem a seguinte sequência: (1) regeneração de resíduo; (2) pesagem de cargas; (3) mistura primária; (4) mistura secundária; (5) vulcanização de mantas; (6) estabilização da expansão da borracha; (7) injeção de “forquilha” ou “cabedal” (processo paralelo da parte de cima da sandália que se prende ao pé do usuário) de PVC e (8) montagem e acabamento de sandálias.

1 - Regeneração de resíduo

O resíduo gerado na operação de corte de sandálias (ver operação 8) é primeiramente aquecido, durante uma hora, e, em seguida, esmagado em moinhos laminadores de cilindros, peneirados em peneiras vibratórias e transformados em pó que por sua vez, é reincorporado às cargas do composto de borracha. Isso se dá com aproximadamente 50% dos 115 kg da carga do composto de borracha.

2 - Pesagem de cargas

As cargas de borracha são pesadas em 115 kg, seguindo rigorosamente as formulações determinadas pelo laboratório químico da empresa, que se encarrega de determinar quais são economicamente mais viáveis para o processo de borracha.

3 - Mistura primária

A mistura primária se dá pela colocação de uma carga de 115 kg em um misturador de câmara fechada (*banbury*), que realiza a mistura durante seis minutos, a uma temperatura de 110°C, caindo por gravidade em um moinho laminador aberto, onde dois operadores homogeneizam a massa de borracha e a retiram em forma de mantas (mantas primárias), as quais são resfriadas por ventiladores e colocadas em palletes, pesando separadamente 45 kg que, por sua vez vão para um estoque em processo, para descansar por um tempo mínimo de doze horas.

4 - Mistura secundária

Após o descanso de doze horas das mantas primárias, colocam-se três cargas de 45 kg em um moinho laminador aberto. Nesse momento, coloca-se uma correção de pesagem que tem como objetivo regular as características de dureza da borracha. Mistura-se durante dez minutos e retira-se a borracha em forma de tiras, com comprimentos, largura e espessuras, seguindo as especificações técnicas. Essas tiras por sua vez são colocadas em carros com bandejas basculantes, para serem resfriadas por ventiladores.

5 - Vulcanização de mantas

O processo de vulcanização de mantas tem início com o corte das tiras de borracha, em pedaços (cartuchos), em uma guilhotina pneumática, com comprimentos previamente definidos para cada tamanho (número) das matrizes das prensas. As matrizes são alimentadas com os respectivos cartuchos, prensadas e vulcanizadas durante um tempo de 10 minutos.

6 - Estabilização da expansão da borracha

Este processo tem início com a retirada da borracha das prensas, já vulcanizadas, em forma de mantas, correspondendo aos desenhos das matrizes que determinam a numeração das sandálias que, por sua vez, são colocadas em carrinhos transportadores apropriados e guiados para dentro de uma estufa, através de um trilho transportador. A estufa tem seções decrescentes de temperatura, que variam de 100°C a 35°C. No final da estufa, as mantas são retiradas dos carrinhos e separadas por artigo, numeração e cor, em palletes apropriados, para um descanso de 24 horas, antes de seguir para o processo de montagem e acabamento.

7 - Injeção de forquilhas de PVC (policloreto de vinila) expandido

Esse processo tem início com a alimentação do composto de PVC em injetoras verticais. Ele é preparado seguindo rigorosamente as formulações do laboratório. As injeções são feitas em matrizes que determinam a textura e tamanho das forquilhas. Após a injeção, a maioria das forquilhas é estocada em caixas (estoque em processo), enquanto outras vão receber adornos, a fim de adquirir um maior valor agregado.

8 - Montagem e acabamento de sandálias

Esse processo tem início na seleção das mantas estabilizadas, que passaram por um descanso de 24 horas (ver operação 6), conforme a programação do PCP (Programa e Controle da Produção).

As mantas são cortadas em prensas pneumáticas, com facas correspondentes aos modelos e numerações. Nessa operação de corte das mantas de borracha, é onde acontece a geração de resíduo de borracha que, por sua vez, volta ao início do processo para ser regenerado e reincorporado às cargas dos compostos de borracha (ver operação 1). Após o corte, as solas são escariadas; montadas com as forquilha, inspecionadas, colocadas nelas as etiquetas, embaladas e transportadas para os estoques no armazém, onde são preparados os pedidos e encaminhados aos clientes.

7.1.1.1.2 - A produção de sandálias de EVA

A produção de sandálias de EVA (etil vinil acetato) representa hoje, 10% do volume total de fabricação de sandálias que, por sua vez, é responsável por 10% do faturamento da empresa. A capacidade instalada de fabricação de placas de borracha de EVA é de 500 mil pares por mês, tomando como referência o modelo básico. Hoje se fabricam 200 modelos deste segmento de sandália e, toda linha de montagem é totalmente terceirizada nas proximidades da empresa.

O fluxo simplificado do processo de fabricação de sandálias de EVA tem a seguinte sequência: (1) regeneração de resíduo; (2) pesagem de cargas; (3) mistura primária; (4) laminação da mistura primária; (5) vulcanização de placas de EVA; (6) racha das mantas; (7) injeção de “forquilha” ou “cabedal” (processo paralelo da parte de cima da sandália que se prende ao pé do usuário) de PVC e (8) facções.

1 - Regeneração de resíduo

Os resíduos gerados na operação de corte dos componentes de sandálias nas facções retornam para a fábrica que, por sua vez é esmagado e laminado em moinhos laminadores de cilindros abertos e reincorporado às cargas de composto de borracha de EVA, o que se dá com aproximadamente 20% de uma carga de 115 Kg.

2 - Pesagem de cargas

As cargas de borracha de EVA são pesadas em 115 Kg, seguindo rigorosamente as formulações determinadas pelo laboratório químico da empresa, que se encarrega de definir as formulações economicamente mais viáveis para o processo de borracha de EVA.

3 - Mistura primária

A mistura primária se dá pela colocação de uma carga de 115 Kg em um misturador de câmara fechada (*banbury*), que realiza a mistura durante seis minutos, a uma temperatura de 110°C, caindo por gravidade em um moinho laminador aberto, onde dois operadores homogeneizam a massa de borracha de EVA e retiram em forma de mantas (mantas primárias). As quais são resfriadas por ventiladores e seguem para a laminação a 40°C.

4 - Laminação da mistura primária

Esse processo tem início na colocação das mantas primárias na calandra horizontal de cilindros abertos, que tem a finalidade de laminar a massa em laminados de 1,5 mm por 500 mm de largura. Em processo contínuo, o laminado é colocado em um resfriador de cilindro com água gelada. No final do resfriador há uma guilhotina de giro que tem a função de cortar o comprimento do laminado conforme especificações técnicas. Os laminados são cortados, separados por cor e estocados em processo.

5 - Vulcanização de placas de EVA

O processo de vulcanização de placas de EVA tem início pela pesagem dos laminados, conforme especificação técnica, que são colocados nas matrizes de cavidade única, instaladas nas prensas de vulcanização. As matrizes são prensadas e vulcanizadas durante 10 minutos, a uma temperatura de 150°C. Após a vulcanização, os laminados saem da prensa em forma de placas, com as dimensões de comprimento, largura e espessura previamente especificadas, são resfriadas através de ventiladores e estocadas em processo.

6 – Racha de mantas

Esse processo começa por pegar a placa já fria e colocar em uma máquina, que tem a finalidade de rachar a placa em espessuras específicas dos componentes das sandálias de EVA, os quais vão para o estoque no almoxarifado.

7 – Injeção de forquilhas de PVC

Esse processo tem início com a alimentação do composto de PVC em injetoras verticais, as quais são feitas em matrizes que determinam a textura e tamanho das forquilhas. Após a injeção, a maioria das forquilhas é estocada em caixas (estoque em processo), enquanto outras vão receber adornos, a fim de adquirir um maior valor agregado.

8 – Facções Esse processo tem início com a separação e seleção das placas no almoxarifado e das forquilhas em processo, conforme programação do PCP (programação e controle da produção).

As placas e as forquilhas são encaminhadas às facções programadas que, por sua vez, executam os processos de corte, pintura, aplicação de adesivos e montagem dos componentes das sandálias, como também a inspeção, limpeza e embalagem das mesmas, que retornam à fábrica para os seus respectivos estoques no armazém de produtos acabados.

Os resíduos gerados na operação de corte dos componentes das sandálias de EVA retornam à fábrica para serem regenerados e reincorporados às formulações dos compostos das cargas de mistura primária de EVA.

7.1.1.1.3 - A produção de sandálias de PVC expandido

A produção de sandálias de PVC expandido representa 10% do volume total de fabricação de sandálias que, por sua vez, é responsável por 10% do faturamento da empresa. A capacidade instalada é de 500 mil pares por mês, tomando como referência o modelo básico. Hoje, fabricam-se 500 modelos deste segmento de sandália.

O fluxo simplificado do processo de fabricação de sandálias de PVC expandido tem a seguinte seqüência: (1) regeneração de resíduo; (2) pesagem/ mistura de cargas; (3) injeção de solados de sandálias; (4) pintura dos solados de PVC; (5) injeção de “forquilhas” ou “cabedal” (processo paralelo ao de injeção da parte de cima da sandália que se prende ao pé do usuário) de PVC; (6) montagem da forquilha e (7) inspeção/ identificação e embalagem.

1 - Regeneração de resíduo

Esse processo tem início no recolhimento, separados por cor, dos resíduos (sobras dos canais de injeção das matrizes) gerados na operação de injeção das sandálias. Eles são triturados em um moinho, com lâminas e com câmara fechada, para serem reincorporados às cargas dos compostos de PVC.

2 – Pesagem/ mistura de cargas

As cargas dos compostos de PVC expandido são pesadas em 50 kg, seguindo rigorosamente as formulações determinadas pelo laboratório químico da empresa que se

encarrega de definir as formulações economicamente mais viáveis para o processo de PVC expandido. Os resíduos triturados são reincorporados às cargas em até 50% do peso delas.

3 - Injeção de solados de sandálias

Esse processo tem início na alimentação dos compostos das cargas de PVC expandido nos silos das máquinas injetoras rotativas e verticais. Ele é injetado através de um extrusor helicoidal, com especificações técnicas previamente estabelecidas, em matrizes instaladas nas máquinas injetoras, que determinam a textura do desenho e o formato dos solados das sandálias.

4 - Pintura dos solados de PVC

Esse processo tem início logo após a retirada dos solados de sandálias das máquinas injetoras. Eles são pintados com tintas específicas, em uma cabine de pintura apropriada e colocados em um transportador vertical, com uma estufa a resistências elétricas, que têm a finalidade de secar a pintura aplicada nos solados das sandálias.

5 - Injeção de forquilha

Esse processo tem início com a alimentação do composto de PVC em injetoras verticais. As injeções são feitas em matrizes que determinam a textura e tamanho das forquilhas. Após a injeção, a maior parte das forquilhas é estocada em caixas (estoque em processo) e outras vão receber adornos, a fim de adquirir um maior valor agregado.

6 - Montagem da forquilha

Esse processo tem início imediatamente após a retirada dos solados do transportador vertical. O operador retira o solado e monta nele, em uma máquina apropriada, as forquilhas correspondentes e libera-o para o processo seguinte.

7 - Inspeção/ identificação e embalagem

Esse processo tem início imediatamente após a montagem das forquilhas nos solados de PVC expandido. O operador inspeciona a sandália, identifica e coloca uma etiqueta de código de barra e a embala em caixas de 24 pares para os estoques no armazém.

7.1.1.1.4 - A produção de outros segmentos de materiais

A empresa em análise deu início à fabricação de um novo segmento de sandália, que tem como objetivo a conquista de mercados, apenas em sapatarias.

Esse segmento tem um design bastante inovador e diferenciado dos demais e é fabricado com a combinação de materiais dos mais diversos tipos, como: couro, palha, EVA, PVC, miçangas, quenga de coco, madeira, laminados sintéticos, etc.

Sendo assim, esse segmento se caracteriza por oferecer um produto bastante inovador e com um maior valor agregado para o consumidor. Apenas 5% das etapas dos processos desse segmento são realizados dentro da empresa, os outros 95% são executados em facções pré-contratadas.

A empresa realiza trabalhos de apoio às suas facções, a fim de garantir um processo enxuto e uma qualidade dos produtos que atenda às necessidades do seu público alvo.

7.2 - A primeira célula de produção – Colocação da etiqueta flash

Em dezembro de 2001, a empresa lançou um artigo de marca própria, “dupezinho”, na linha infantil, denominado de Flash.

Esse artigo exigia um processo inédito de fabricação de sandálias até então existentes e até a presente data se divide nas seguintes operações: (1) furação de uma cavidade no calcanhar da palmilha; (2) aplicação do 1º adesivo na cavidade da furação da palmilha; (3) aplicação do 2º adesivo na cavidade da furação da palmilha; (4) aplicação de adesivo na etiqueta plástica; (5) encaixe da etiqueta plástica na cavidade da palmilha e (6) prensagem da etiqueta com a palmilha.

Esse processo é denominado de “colocar etiqueta na palmilha flash”.

7.2.1 – O primeiro desenvolvimento do processo de colocação da etiqueta flash

O processo de colocação da etiqueta flash foi desenvolvido e inicialmente implantado nos meses de dezembro de 2001 e janeiro de 2002, com os conhecimentos empíricos dos próprios supervisores de produção.

A figura 7.1 apresenta o leiaute e a distribuição da MOD (mão-de-obra direta) atribuída pelos supervisores da 1ª e 2ª turma, para um volume inicial de 230 pares por turma com 7,5 horas de trabalho cada turma. O objetivo final era fabricar 11.040 pares da sandália Flash no mês de janeiro. Sendo 10.000 pares para atender as vendas de janeiro e 1.040 para estoque no armazém em fevereiro de 2002.

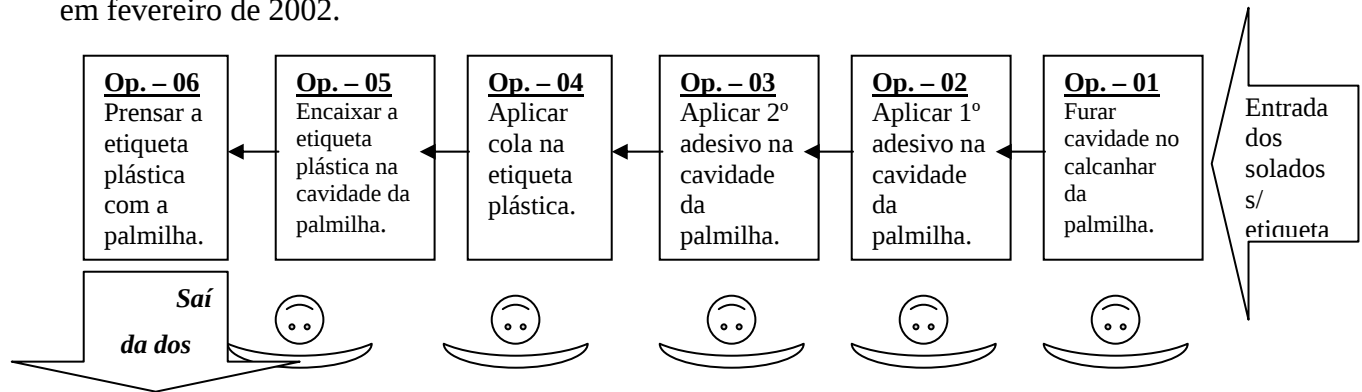


Figura 7.1 – leiaute e distribuição da mão-de-obra para o processo inicial de colocação da etiqueta flash.

Observa-se que o arranjo físico do leiaute na figura 7.1 simula uma esteira. A seqüência operacional é rigidamente respeitada. Apenas o último funcionário trabalha atendendo às operações 05 e 06 do processo.

A implantação inicial do processo retrata as experiências dos supervisores de produção na época, que se traduz na prática operacional da fábrica. Dessa forma, durante todo o mês de janeiro de 2002, a produção máxima por turma foi de 185 pares de sandálias. A produção total somou 6.019 pares, durante o período de 24 dias úteis de produção. A meta dos 11.040 pares planejados para janeiro de 2002, infelizmente não foi atingida.

A diretoria da empresa sinalizou uma boa aceitação do mercado com relação à sandália Flash. A meta de produção para fevereiro de 2002 passou a ser de 20.981 pares. Sendo 3.981 pares para atender aos pedidos atrasados de janeiro, 15.000 pares para atender às vendas de fevereiro e 2.000 pares para o estoque de produtos acabados, no início de março de 2002.

O mês de fevereiro só tinha 21,5 dias úteis. Isso implicaria em um aumento da média de 460 pares por dia, em janeiro, para 976 pares de sandálias, em fevereiro de 2002.

O primeiro trabalho realizado foi o levantamento e análise dos dados ocorridos durante janeiro de 2002, na célula implantada pelos supervisores para as duas turmas. Ver quadro 7.1.

Quadro 7.1 – Resultados levantados da análise realizada do processo inicial de colocação da etiqueta flash

Mês e ano-----→	Janeiro de 2002
Produção mensal	6.019
Dias úteis	24
Segundos gastos por par produzido	1.076,59
Média de pares por dia	250,8
Média de pares por pessoa por dia	25,08
Pares por pessoa hora	75,2
m2 ocupado por célula de produção	20
Pares por m2 da célula de produção	301

Após análise dos dados do quadro 7.1, foram realizados estudos de tempos e métodos em todas as operações, que resultou nos seguintes tempos operacionais, apresentados no quadro 7.2.

Quadro 7.2 – Tempos operacionais do processo de colocação da etiqueta flash

Seqüência operacional	Operação	Tempo operacional (segundos/ par)
01	Furar cavidade da palmilha do calcanhar	11,7
02	Aplicar 1° adesivo na cavidade da palmilha	7,8
03	Aplicar 2° adesivo na cavidade da palmilha	15,5
04	Aplicar cola na etiqueta plástica	6,5
05	Encaixar etiqueta plástica na cavidade da palmilha	14,7
06	Prensar a etiqueta plástica com a palmilha	10,8
Tempo operacional total		67

Com a apuração dos tempos operacionais, foi feito balanceamento e verificou-se que, a cada 67 segundos, seria possível processar um par de sandálias dentro da célula e que, com apenas uma pessoa, seria possível processar 403 pares de sandálias em uma turma de trabalho.

Antes de realizar qualquer modificação nas células, foram selecionados, junto com os supervisores de produção, os seis melhores operários, dos dez que estavam trabalhando nesse processo e foram realizados com eles, treinamentos básicos sobre as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta.

A principal atuação naquele momento foi em fazer com que os operários aprendessem a trabalhar em todas as operações porque só assim seria possível aumentar a produtividade da célula, em curto prazo.

Confiante nas suas análises, estudos de tempos e métodos utilizados, como também nos treinamentos ministrados aos operadores, a empresa modificou o arranjo físico celular, apresentado na figura 7.1, para a forma de “U” e reduziu a mão-de-obra direta de cinco para duas pessoas, por turma, e, dimensionou duas turmas de produção, para uma meta de 488 pares por turma, em fevereiro de 2002, conforme desenho esquemático apresentado na figura 7.2.

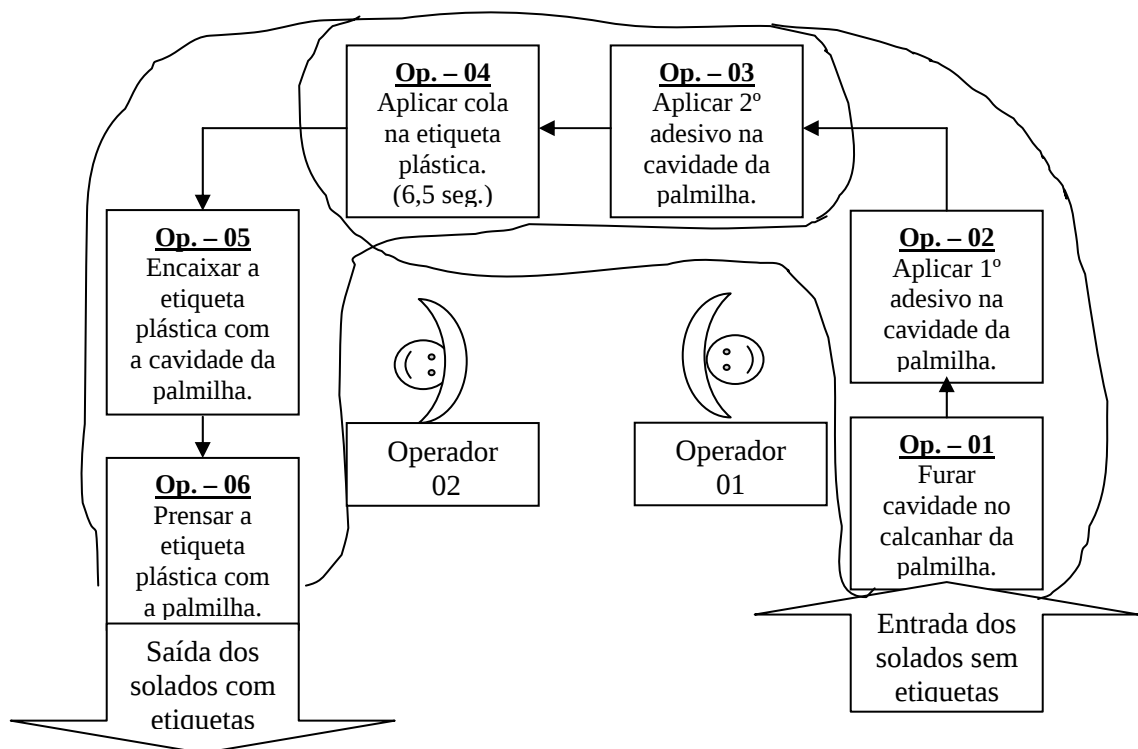


Figura 7.2– leiaute modificado e distribuição da mão-de-obra direta do processo de colocação da etiqueta flash.

No leiaute acima, o operador 01 ficou responsável por operar as três primeiras operações, que somam um tempo de 35 segundos, e o operador 02 ficou responsável por operar as três últimas operações, que somam um tempo de 32 segundos, havendo uma ajuda mútua, quando necessário, nas operações 3 e 4.

Durante todo o mês de fevereiro de 2002, houve acompanhamento de perto na implantação, desenvolvimento e evolução da nova célula implantada com as seguintes atividades: (1) treinamento básico aos operadores da célula nas duas turmas sobre as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta; (2) técnicas operacionais; (3) qualidade e (4) segurança do trabalho.

No final de fevereiro de 2002, os resultados foram analisados, compilados e comparados com os resultados do mês anterior. Ver tabela 7.3.

Tabela 7.3 – Comparativo dos resultados da célula de manufatura tradicional versus resultados da célula de manufatura enxuta no processo de colocação da etiqueta flash nos meses de janeiro e fevereiro de 2002.

Indicador	Jan/ 2002	Fev/ 2003	Diferença	%
Produção mensal	6.019	13.836	7.817	+ 130
Dias úteis	24,0	21,5	- 2,5	-
Segundos gastos por par produzido	215,3	83,9	- 131,4	- 61
Média de pares por dia	250,8	643,5	392,7	+ 156,6
Média de pares por pessoa por dia	25,1	160,9	135,8	+ 542
Pares por pessoa hora	75,2	432,4	357,1	+ 474,7
m2 ocupado por célula de produção	20	13	-7	- 35
Pares por m2 da célula de produção	301	1.064,3	763,4	+ 254

Pelos dados apresentados na tabela 7.3, observa-se que a meta de 20.981 pares de sandálias planejada para fevereiro de 2002 não foi atingida, porém, todos os resultados apresentados foram bem superiores aos resultados alcançados em janeiro de 2002.

Não há dúvida de que, se a célula tradicional não tivesse sido alterada para a forma da célula de produção enxuta, os resultados teriam sido muito piores e a empresa teria sofrido prejuízos ainda maiores.

A célula de produção enxuta implantada foi balanceada para uma capacidade de 806 pares por turma e 1.612 pares por dia, com duas turmas.

Em fevereiro de 2002, a célula atingiu uma média de 643,5 pares de sandálias por dia, o que representa uma eficiência de 39,9% da utilização da mão-de-obra direta (ver quadro 7.4).

A célula não atingiu um melhor resultado, devido aos seguintes problemas: (1) falta contínua de suprimentos de adesivos e de etiquetas; (2) problemas técnicos apresentados na broca da máquina de fazer a cavidade na palmilha do solado.

Esses dois problemas fizeram com que, dos 21,5 dias disponíveis em fevereiro de 2002, a célula passasse 3,5 dias parados que, somados aos 3,0 dias de treinamento dos operadores e modificação do leiaute, restaram apenas 15 dias para o atendimento da meta com a nova célula.

Com isso, a capacidade produtiva da célula caiu de 34.657 para 24.179 pares, para os 15 dias úteis restantes em fevereiro de 2002.

Tendo a célula de produção enxuta trabalhado apenas 15 dias úteis ao invés dos 21,5, previstos para fevereiro de 2002, concluiu-se que a utilização da mão-de-obra direta ficou em 57,2%.

A eficiência de utilização da mão-de-obra direta que a célula deveria ter atingido para ter atendido a meta de 20.981 pares, em fevereiro de 2002, deveria ter sido de 86,8% (ver quadro 7.4).

Quadro 7.3 – Demonstração da capacidade operacional da célula de colagem da etiqueta flash

Item	Indicador	Resultado
A	Tempo operacional da célula (segundos)	67
B	Segundos disponíveis por turma = 3.600 x 7,5 horas	27.000
C	Pares possíveis por turma com uma pessoa = B / A	403
D	Pares possíveis por turma com duas pessoas = C x 2	806
E	Pares possíveis por dia com duas células com duas pessoas = D x 2	1.612
F	Pares possíveis com 21,5 dias úteis = E x 21,5	34,658
G	Pares possíveis com 15 dias úteis (dias restante em fev/ 2002) = E x 15	24.180
H	Pares produzidos em fevereiro de 2002	13.836
I	% de utilização da mão-de-obra direta = H / F	39,9%
J	% de utilização plena da mão-de-obra direta = H / G	57,2 %
L	Meta determinada pela diretoria para fevereiro de 2002 (pares por mês)	20,981
M	% de utilização plena da mão-de-obra direta p/ o atendimento da meta = L / G	86,8%

Até a presente data, este processo está em pleno funcionamento, contribuindo com 2,01% do faturamento bruto total da empresa e, sem dúvida, a mudança no processo de fabricação do método tradicional para o da produção enxuta foi determinante para que a empresa honrasse os compromissos assumidos com os seus clientes, permitindo que a empresa conseguisse faturar em outubro de 2002, um total de 47.202 pares de sandálias Flash.

A célula da primeira turma chegou a conseguir uma eficiência de 100% da utilização plena da sua mão-de-obra direta.

A seguir, na tabela 7.4, está indicado o comparativo no horizonte de um ano, período de janeiro de 2002 a janeiro de 2003.

Tabela 7.4 – Comparativo dos resultados da célula de manufatura tradicional versus resultados da célula de manufatura enxuta no processo de colocação da etiqueta flash no período de um ano

Indicador	Jan/ 2002	Jan/ 2003	Diferença	%
Produção mensal	6.019	42,550	36.531	+ 607
Dias úteis	24,0	23	-1	-
Segundos gastos por par produzido	295,3	29,2	-266,1	- 90
Média de pares por dia	250,8	1.850	1.599,2	+ 638
Média de pares por pessoa por dia	25,1	370	344,9	+ 1,374
Pares por pessoa hora	75,2	1.063,8	988,6	+ 1.315
m2 ocupado por célula de produção	20	13	-7	- 35
Pares por m2 da célula de produção	301	3.273	2.972	+ 987

A seguir, estão apresentados graficamente, os históricos das evoluções de janeiro de 2002 a março de 2003, dos seguintes indicadores de produtividade: (1) produção mensal; (2) média de pares por dia; (3) média de pares por pessoa por dia; (4) pares por pessoa por hora; (5) segundos gastos por par produzido e (6) pares por m2 da célula de produção.

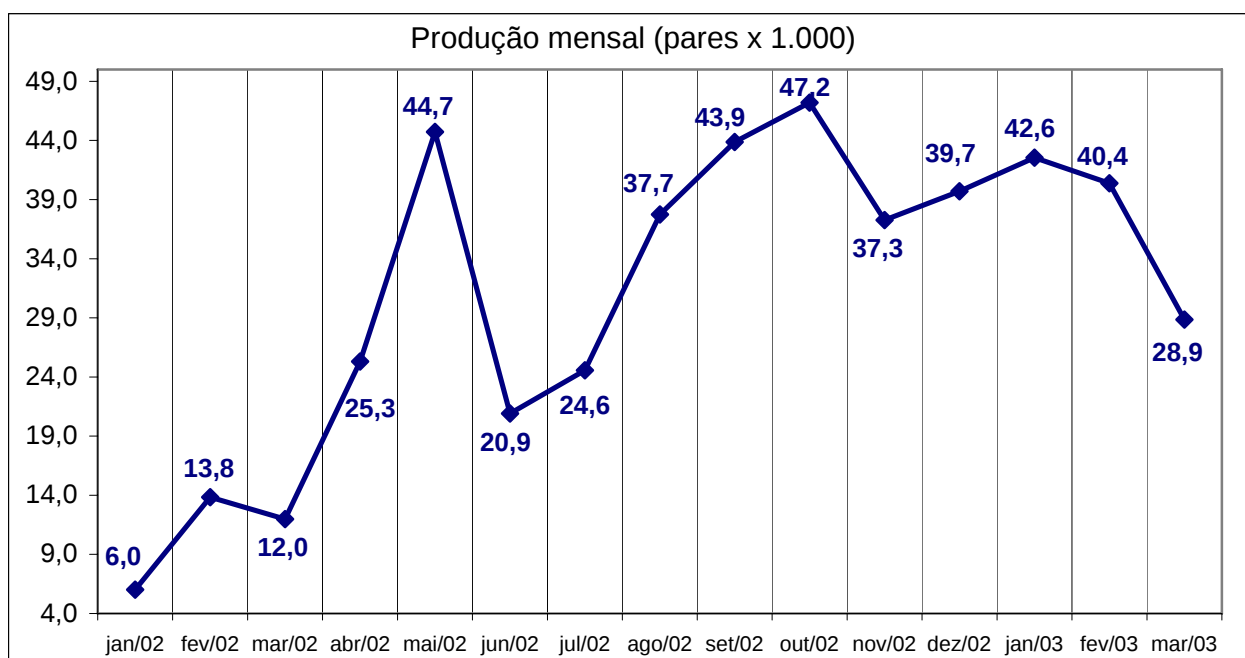


Gráfico 7.1 – Evolução da produção mensal da célula de colagem da etiqueta flash

Observa-se um crescimento de 6,0 mil pares de sandálias em janeiro de 2002 para 42,6 mil pares de sandálias em janeiro de 2003, atingindo um pico de 47,2 mil pares de sandálias em outubro de 2002. Em todos os meses, com exceção de janeiro e fevereiro de 2002 e março de 2003, foram atingidas as metas de produção mensal determinada pela empresa.

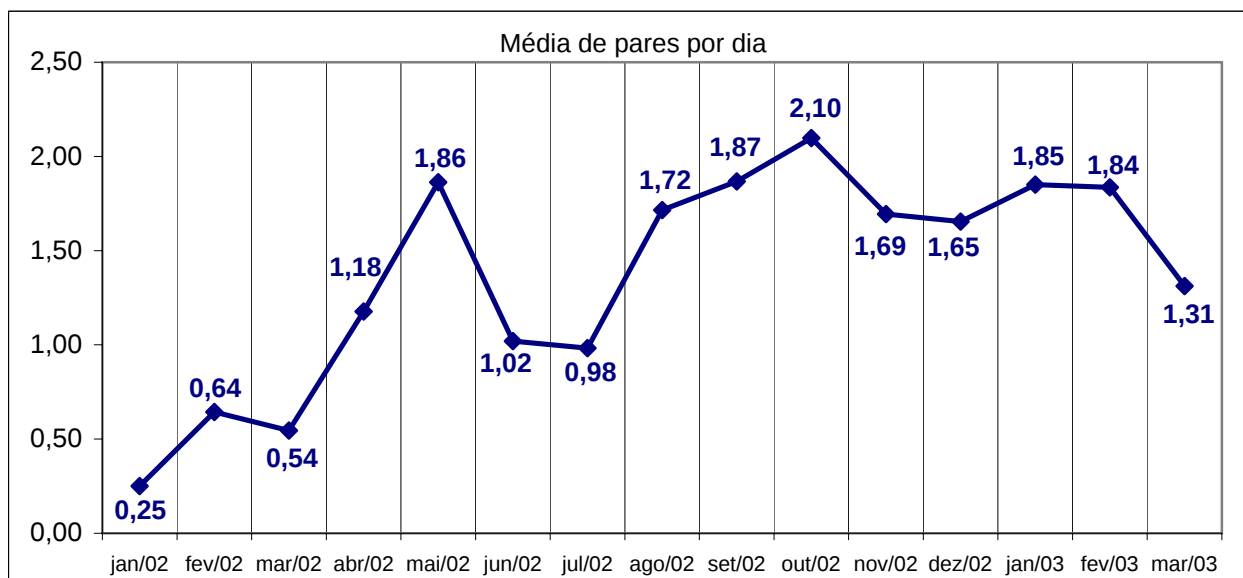


Gráfico 7.2 – Evolução da média de pares por dia da célula de colagem da etiqueta flash

Observa-se uma evolução crescente na média de pares por dia, com quedas mais acentuadas nos meses de junho e julho de 2002, e, março de 2003. Essas quedas devem-se à retração de mercado.

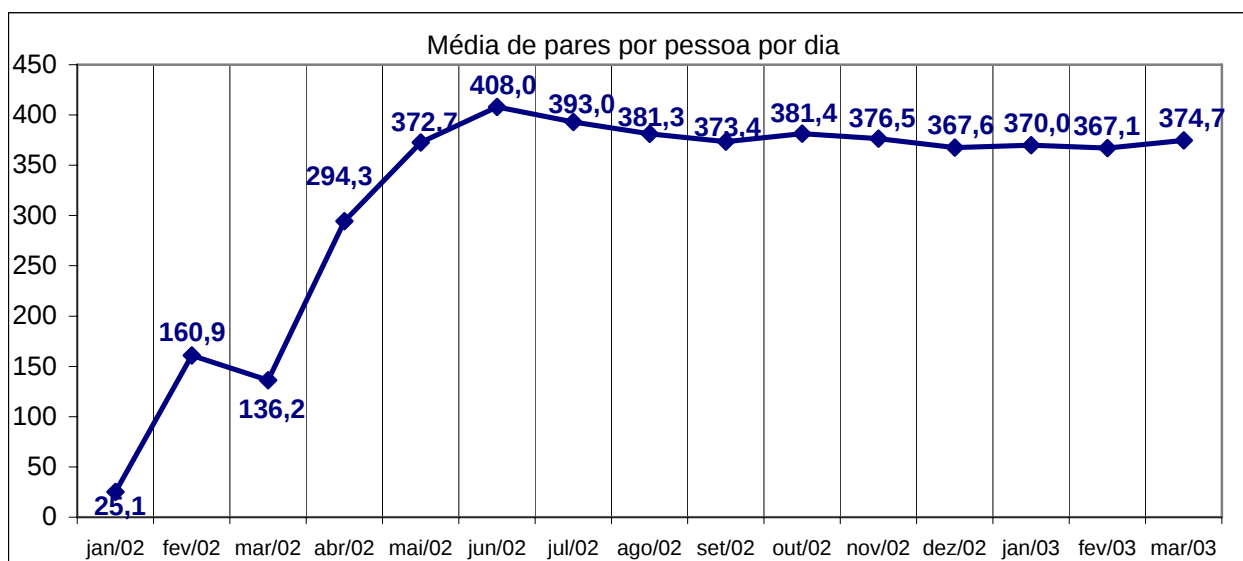


Gráfico 7.3 – Evolução da média de pares por pessoa por dia da célula de colagem da etiqueta flash

Observa-se uma crescente evolução da média de pares por dia. O pico de 408 pares em junho de 2002 ocorreu quando a célula alcançou a sua eficiência máxima de 101%.

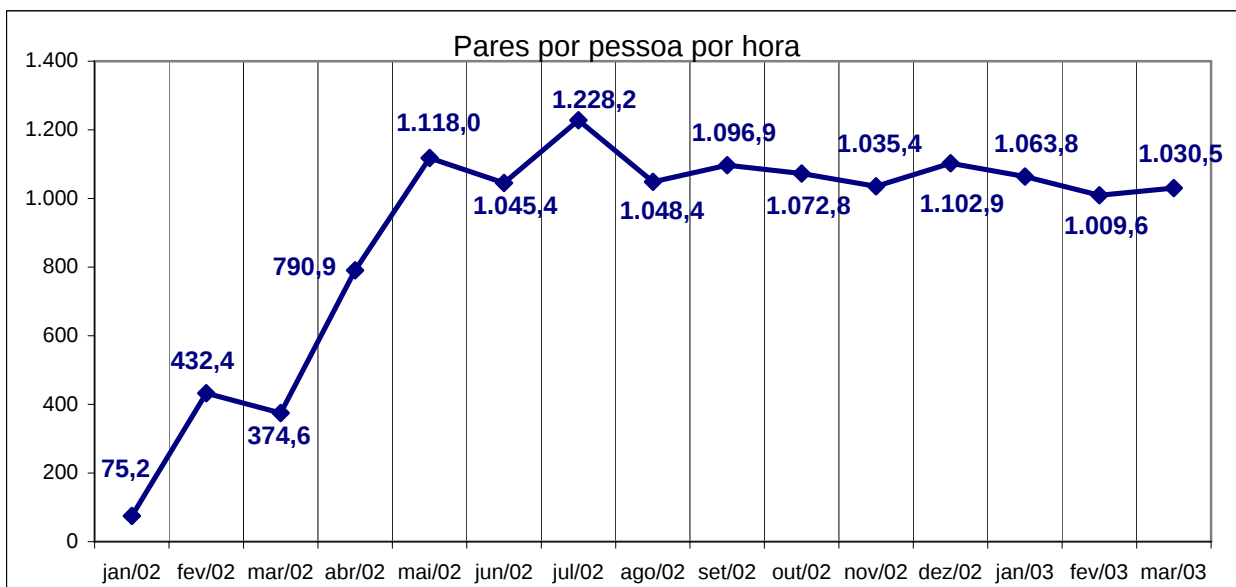


Gráfico 7.4 – Evolução dos pares por pessoa por hora da célula de colagem de etiqueta flash

Observa-se uma crescente evolução da média de pares por dia. O pico foi de 1.228,2 pares em julho de 2002.

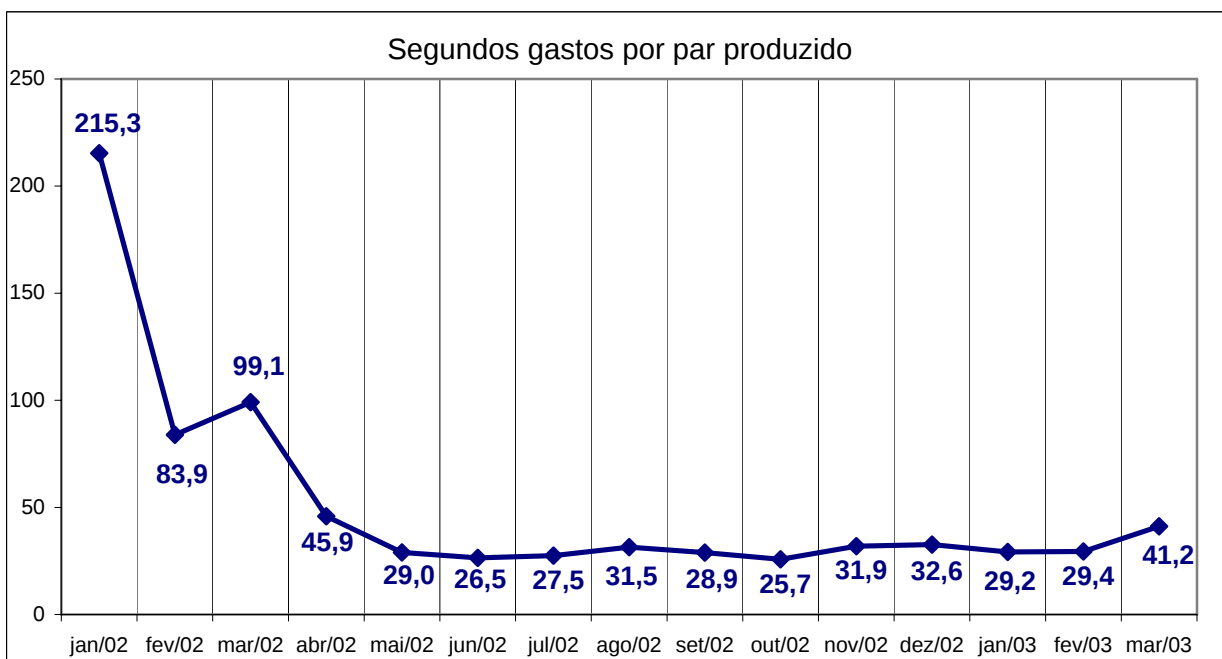


Gráfico 7.5 – Evolução dos segundos gastos por par produzido da célula de colagem da etiqueta flash

Observa-se uma queda consistente nos segundos gastos por par produzido.

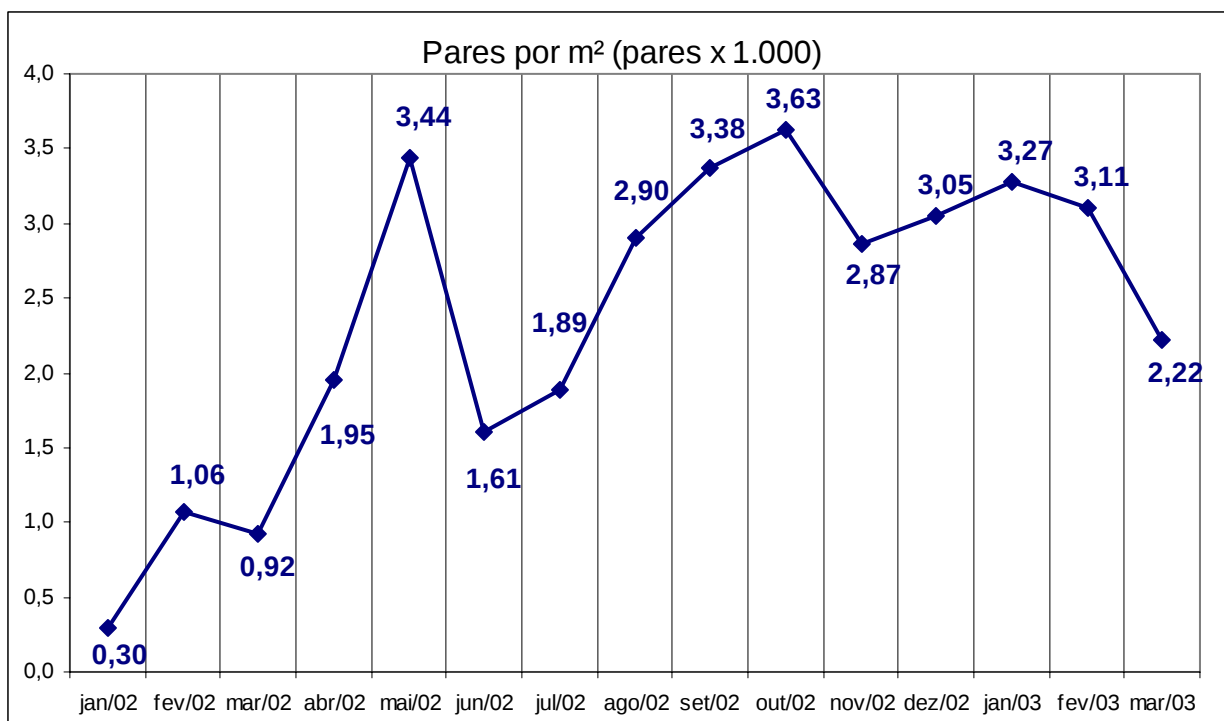


Gráfico 7.6 – Evolução dos pares por m² da célula de colagem da etiqueta flash

Observa-se uma evolução crescente nos pares por m², com quedas mais acentuadas nos meses de junho e julho de 2002 e março de 2003. Essas quedas devem-se à retração de mercado.

7.3 - A segunda célula de produção – Fabricação de sandálias de PVC expandido

Em novembro de 2001 a empresa começou a implantar um processo de fabricação de sandálias injetadas com PVC (policloreto de vinila) expandido, processo totalmente diferente de todos até então existentes na fabricação de sandálias da empresa.

7.3.1 – O primeiro desenvolvimento do processo de sandálias de PVC expandido

Inicialmente, o arranjo físico celular do novo processo foi implantado por uma consultoria que tinha o conhecimento da tecnologia de fabricação do processo de sandálias de PVC expandido. Não tinha, porém, nenhum conhecimento sobre tecnologia de gestão da produção, além do conhecimento empírico da produção em massa.

Sendo assim, o leiaute inicial no chão de fábrica estava formatado dentro dos princípios da produção em massa, porém, de uma forma bastante rudimentar, conforme apresentado na figura 7.3 e quadro 7.5.

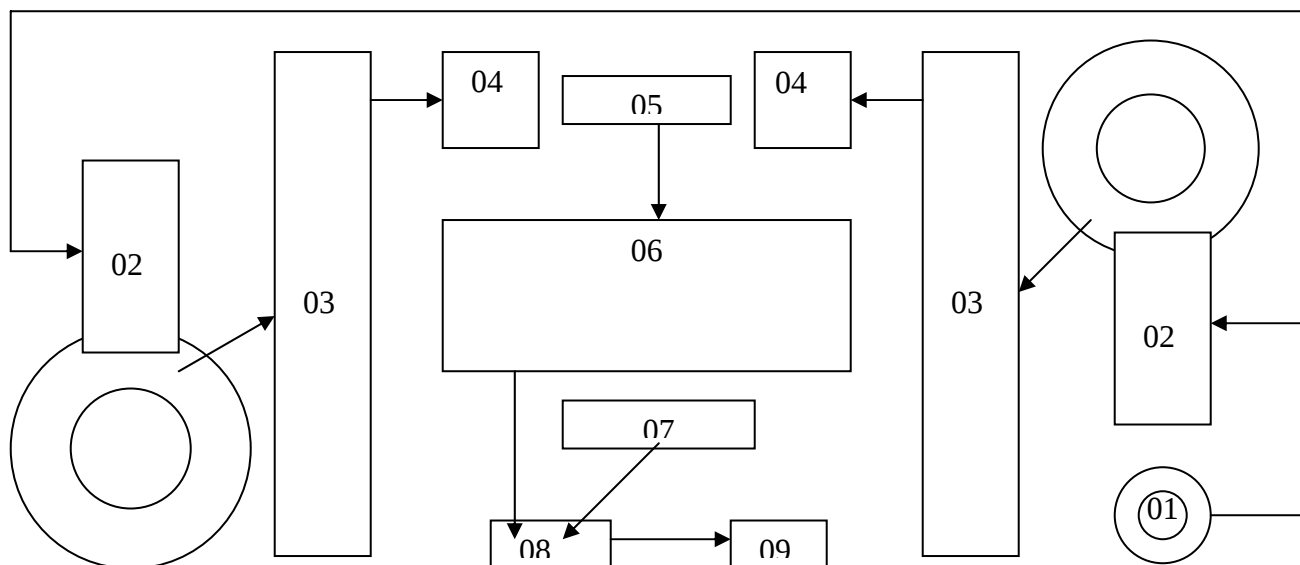


Figura 7.3 – layout inicial do processo de fabricação de sandálias de PVC expandido.

Quadro 7.4 – Seqüência operacional, discriminação e quantidades existentes no primeiro levantamento realizado no processo de fabricação de sandálias de PVC expandido

Seqüência Operacional	Discriminação	Quantidade de máquinas	Estoque em processo (pares)	Operadores por turma
01	Misturador de cargas de PCV expandido	01	-	03
02	Injetora rotativa	02	-	04
03	Estoque de solados de PVC expandido	-	6.800	01
04	Cabines de pintura	02	-	04
05	Prateleira de secagem dos solados pintados	01	250	-
06	Estoque de solados/ pintados de PVC expandido	-	7.400	-
07	Estoque de forquilhas de PVC compacto	-	12.500	-
08	Máquina de montar forquilhas	01	-	01
09	Inspeção /colocação das etiquetas/ Embalagem	01	-	01
	Total =>	08	-	14

Uma pessoa da seqüência 01 deveria alimentar as máquinas e realizar serviços gerais. A mão-de-obra direta atribuída na seqüência 03 deveria controlar os estoques em processo.

Com o leiaute e a distribuição de mão-de-obra direta acima, a produção em janeiro de 2002 foi de 6.954, e a de fevereiro foi de 6.599 pares de sandálias de PVC expandido.

A diretoria da empresa, mais uma vez, sinalizou uma boa aceitação do mercado com relação a este novo seguimento de sandálias para a empresa e solicitou esforços para o atendimento mínimo de 72.000 pares para os meses seguintes.

Foram realizadas as seguintes análises dos resultados realizados nos meses de dezembro de 2001 a fevereiro de 2002: (1) levantamento detalhado de todo processo, com o uso da técnica de fluxogramas; (2) desenho detalhado do novo arranjo físico celular e (3) estudos de tempos e métodos em todas as operações. Os estudos de tempos e métodos resultaram nos tempos operacionais apresentados no quadro 7.6.

Quadro 7.5 – Tempos operacionais do processo de sandálias de PVC expandido

Seqüência operacional	Operação	Observação	Tempo operacional (segundos/ par)
01	Misturar composto de PVC	Operador titular	16,36
02	Misturar composto de PVC	Operador auxiliar	14,55
03	Injetar solado de PVC expandido	Operador titular	22,50
04	Injetar solado de PVC expandido	Operador auxiliar	18,50
05	Pintar o solado do PVC expandido	Operador titular	21,60
06	Pintar o solado do PVC expandido	Operador auxiliar	17,50
07	Montar a forquilha no solado	Operador titular	12,27
08	Embalar 12 pares por caixa	Operador titular	21,60
Total dos tempos operacionais =>			144,88
Total dos tempos operacionais da seqüência 03 a 08 =>			113,97

Com a apuração dos tempos operacionais foi feito o balanceamento e verificou-se que a capacidade da injetora era de 1.200 pares para uma turma de trabalho, ou seja, sete horas e meia.

A produção da célula seria limitada por ela mesma. Sendo assim, a distribuição da mão-de-obra direta foi efetuada conforme está apresentado no quadro 7.6.

Quadro 7.6 – Distribuição da mão-de-obra por célula de PVC expandido

Seqüência operacional	Operação	Observação	MOD atribuída
01	Injetar solado de PVC expandido	Operador titular	01
02	Injetar solado de PVC expandido	Operador auxiliar	01
03	Pintar o solado do PVC expandido	Operador titular	01
04	Pintar o solado do PVC expandido	Operador auxiliar	01
05	Montar a forquilha no solado	Operador titular	01
06	Embalar 12 pares por caixa	Operador titular	01
Total da mão-de-obra direta atribuída por célula =>			06

Após a análise do processo, a empresa modificou o arranjo físico por processo para o leiaute celular em forma de “U” e atribuiu a mão de obra direta por célula-turma, à uma meta de 1.200 pares por célula-turma, conforme desenho esquemático apresentado na figura 7.4.

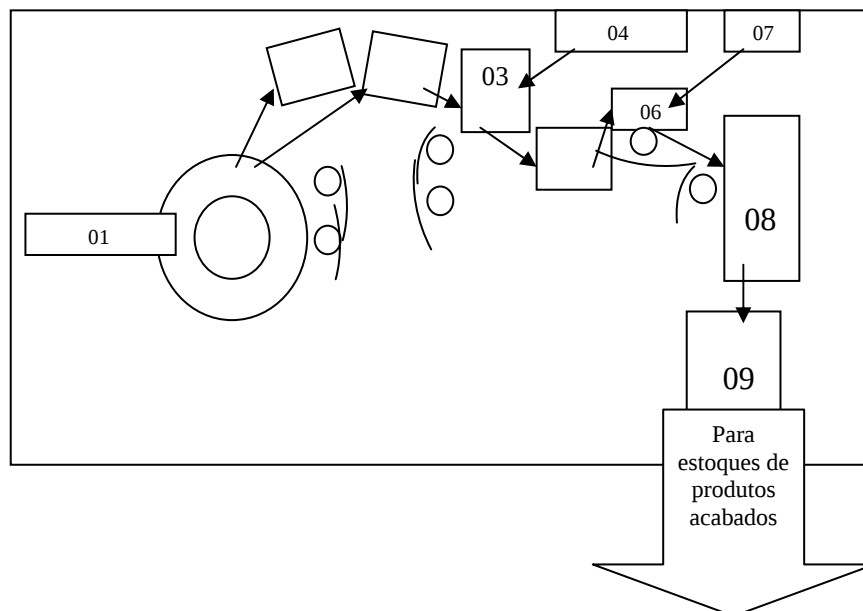


Figura 7.4 – leiaute modificado e distribuição da MOD do processo de fabricação de sandálias de PVC expandido.

Legenda:

- 01- Injetora rotativa
- 02- Estoque de solados de PVC expandido (200 pares)
- 03- Cabine de pintura
- 04- Armário para tintas
- 05- Transportador vertical com estufa
- 06- Máquina de montar forquilha
- 07- Estoque de forquilhas (200 pares)
- 08- Bancada de embalagem
- 09- Palletes para produtos acabados

Com a mudança do arranjo físico por processo para celular, houve, de imediato, os seguintes ganhos demonstrados na tabela 7.5.

Tabela 7.5 – Comparativo de indicadores de produtividade antes e depois da mudança para o leiaute celular no processo de fabricação das sandálias de PVC expandido no período de um ano

Indicador	Jan/ 2002	Jan/ 2003	Diferença	%
Segundos gastos por par produzido	186,4	30,8	- 155,5	- 83
Média de pares por dia	289,8	7.877,5	7.587,7	+ 2.619
Média de pares por pessoa-dia	24,1	135,8	111,7	+ 463
Pares por pessoa hora	72,4	390,5	318,0	+ 439
Pares em processo por célula de produção	14.200	2.670	11.530	- 81

Observa-se que na mudança de leiaute por processo para leiaute celular houve grandes reduções nos estoques de solados injetados e solados injetados/ pintados.

A idéia inicial era a da redução nos estoques e, para isso, o leiaute foi concebido na forma de célula por processo, criando um fluxo contínuo entre as operações e deixando um estoque intermediário, apenas o necessário para evitar uma quebra no fluxo dentro da célula e atender às exigências do processo produtivo. 176 pares de solados injetados/ pintados permaneceram em estoque no transportador vertical com estufa, para secar a pintura dos solados.

O transportador vertical foi inserido no processo, a fim de acelerar e garantir uma melhor qualidade na secagem da pintura dos solados e permitir que as forquilha fossem montadas imediatamente após a secagem.

Antes desta modificação, esta operação era realizada na temperatura ambiente, sendo os solados colocados em prateleiras, logo após a operação da pintura e, em seguida, iam para um estoque intermediário, só podendo receber a montagem das forquilha após 24 horas.

O resultado da célula foi surpreendentemente bem superior aos resultados anteriores e impressionou a todos, a ponto da diretoria e a gerência da fábrica optarem em projetar toda a fábrica de PVC expandido dentro do conceito de células por processo. O novo leiaute está apresentado na figura 7.5.

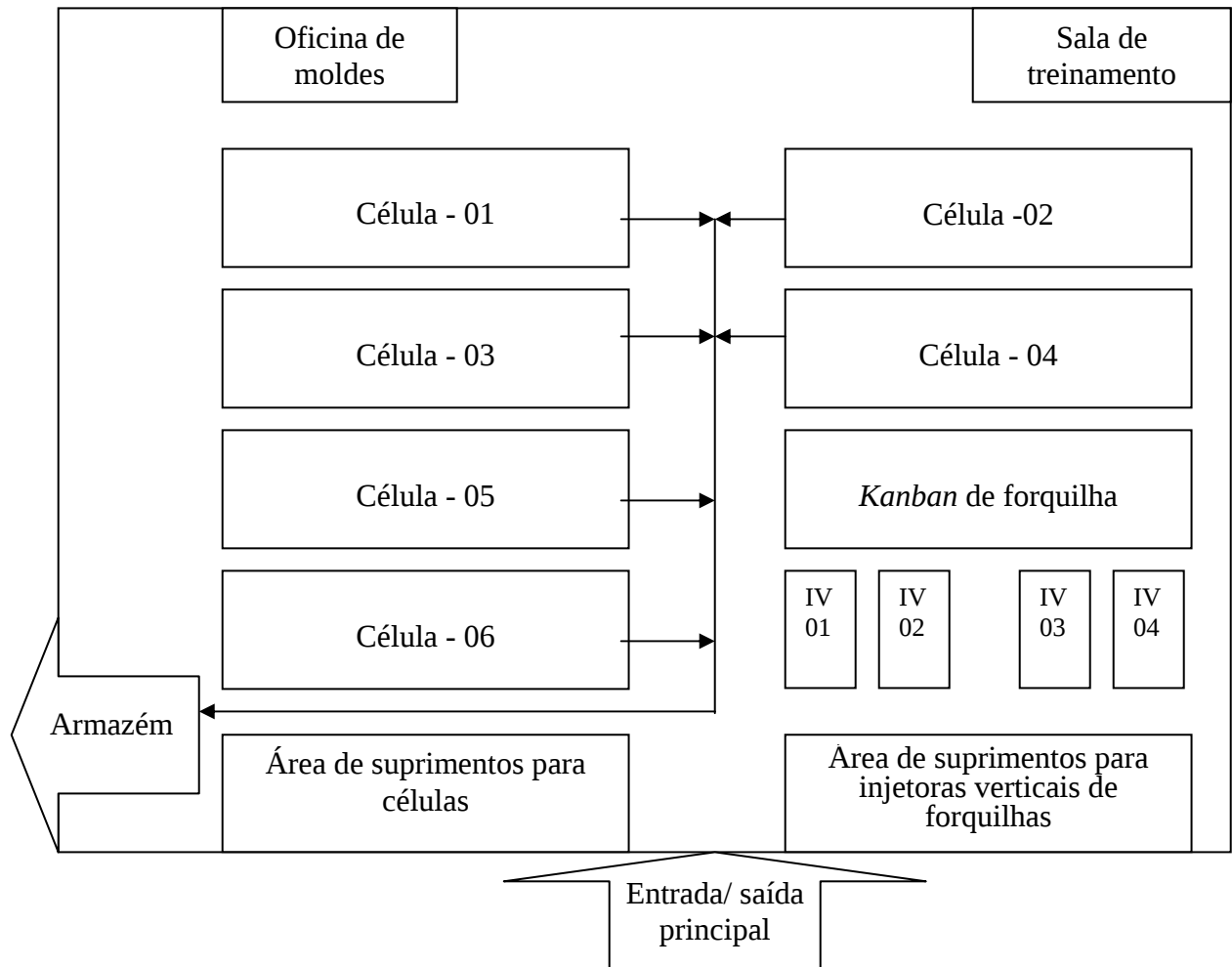


Figura 7.5 – Leiaute geral da fábrica de sandálias de PVC expandido

Todos os funcionários de cada célula, que ia sendo implantada, eram recém-contratados e recebiam treinamentos básicos sobre: (1) filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta; (2) técnicas operacionais; (3) qualidade; (4) segurança do trabalho e nas demais técnicas apresentadas no capítulo 5 deste trabalho.

Os treinamentos serviram como instrumentos de introdução de uma nova cultura dentro da empresa e houve uma boa aceitação por parte de todos os novos funcionários.

Até a presente data este processo está em pleno funcionamento, contribuindo com 5,82% do faturamento total da empresa.

Sem dúvida, a mudança no processo de fabricação do método tradicional para o da produção enxuta, em células por processo, foi determinante para que a empresa honrasse os compromissos assumidos com os seus clientes, permitindo que ela conseguisse faturar, em dezembro de 2002, um total de 208.044 pares de sandália de PVC expandido.

A seguir está apresentado graficamente, o histórico da evolução de janeiro de 2002 a março de 2003, dos seguintes indicadores de produtividade: (1) produção mensal; (2) média de pares por dia; (3) média de pares por pessoa por dia; (4) pares por pessoa por hora; e (5) segundos gastos por par produzido.

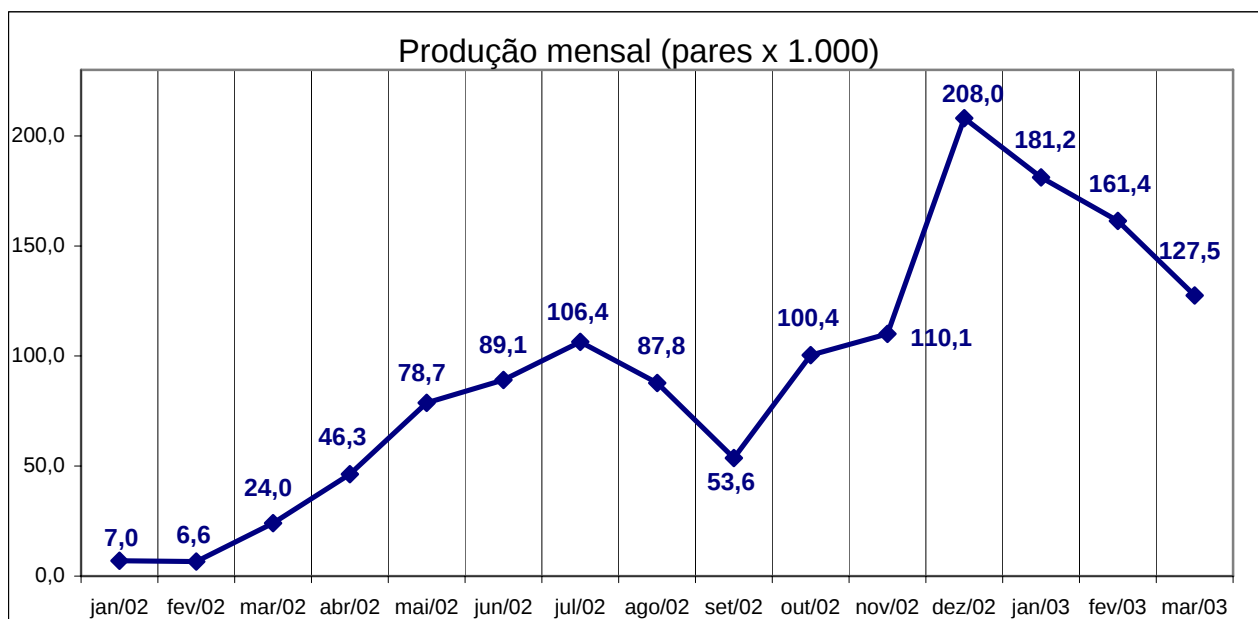


Gráfico 7.7 – Evolução da produção mensal da fabricação de sandálias de PVC expandido

Observa-se um crescimento contínuo da produção mensal até julho de 2002. Nos meses de agosto e setembro de 2002 houve uma queda no volume mensal, devido a ajuste de mercado diante de lançamento de novos modelos.

A introdução das células permitiu à empresa atingir uma produção de 208 mil pares em dezembro de 2002. A queda de janeiro a março de 2003 deve-se a ajuste de mercado diante da transição de governo na presidência do Brasil e a invasão dos Estados Unidos das Américas ao Iraque.



Gráfico 7.8 – Evolução da média de pares por dia na fabricação de sandálias de PVC expandido

A média de pares por dia acompanhou praticamente o mesmo crescimento da produção mensal.

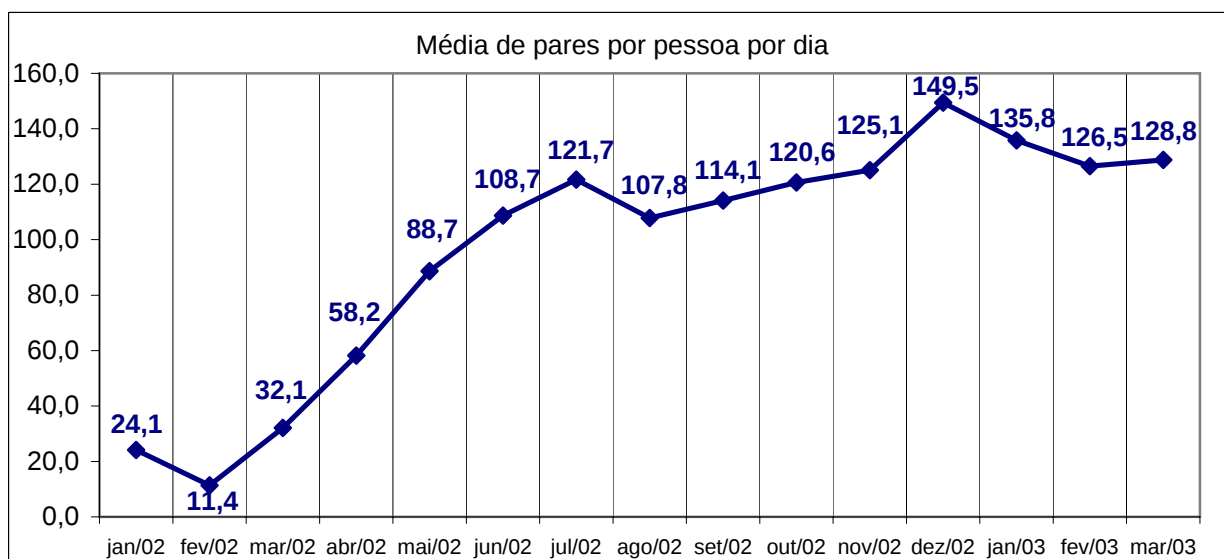


Gráfico 7.9 – Evolução dos pares por pessoa por dia na fabricação de sandálias de PVC expandido

Observa-se um crescimento contínuo dos pares por pessoa por dia de março a julho de 2002. Nos

meses de agosto a outubro de 2002, houve uma queda neste indicador, devido ao ajuste de mercado diante de lançamento de novos modelos. Porém, ele volta a crescer e ficar acima de 125 pares por pessoa por dia, que era a meta que a empresa tinha determinado inicialmente.

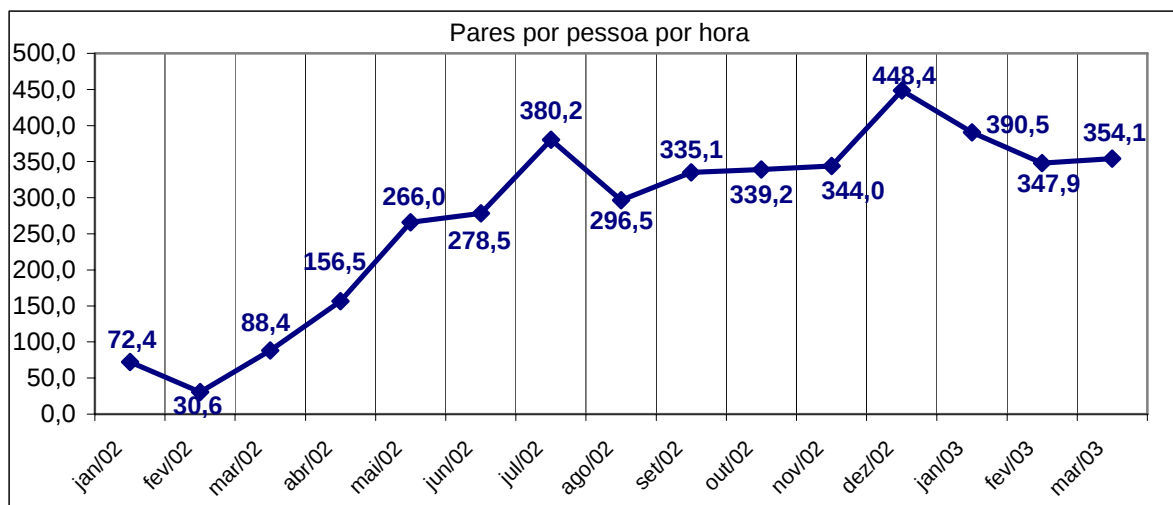


Gráfico 7.10 – Evolução dos pares por pessoa por hora na fabricação de sandálias de PVC expandido

Observa-se um crescimento contínuo dos pares por pessoa por hora de março a julho de 2002. Nos meses de agosto a outubro de 2002, houve uma queda neste indicador, devido ao ajuste de mercado diante de lançamento de novos modelos. Porém, ele volta a crescer e ficar acima de 440 pares por pessoa por hora, que era a meta que a empresa tinha determinado inicialmente.

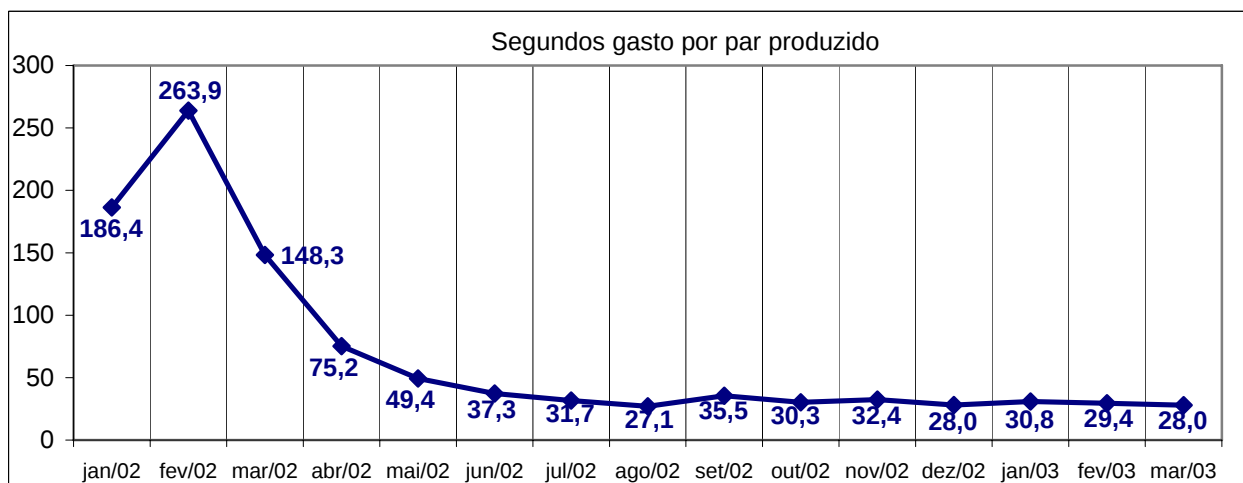


Gráfico 7.11 – Evolução dos segundos gastos por par produzido na fabricação de sandálias de PVC expandido

Observa-se uma grande redução de janeiro de 2002 a junho 2003 e uma consistência nos resultados alcançados.

7.4 – A terceira célula de produção – produção de sandálias Reef

No mês de julho de 2002, a empresa começou a fechar um negócio para a fabricação de uma marca de sandália mundialmente conhecida, cujos produtos tinham uma exigência de qualidade muito mais rigorosa do que a utilizada até então pela empresa.

A demanda de pedidos era rigorosamente programada, em pequenas quantidades, com grandes variedades de produtos e com sandálias completamente diferentes das fabricadas até aquele momento.

Esse novo cliente introduziu a empresa em um mercado bastante diferente do habitual, no qual ela se programa com base em previsões de demanda. As sandálias *Reef* passavam a ter uma demanda certa, com dias e locais determinados para serem entregues.

A empresa tinha agora o desafio de atender a um cliente diferenciado. Os trabalhos desenvolvidos na célula da sandália Flash e nas células das sandálias de PVC expandido, serviram de referência para a empresa desenvolver uma célula de produção para esse novo cliente.

7.4.1 – Início da célula de produção das sandálias Reef

As análises para o desenvolvimento da nova célula tiveram início no conhecimento detalhado dos produtos do novo cliente. Observou-se que, de fato, havia um produto que, para ser fabricado, exigia uma atenção especial: é uma sandália que tem cinco furos, sendo um na frente e quatro atrás, próximos ao calcanhar, ao invés de três furos da sandália tradicional, na qual há um na frente e dois atrás, próximo ao calcanhar, para a fixação da sua forquilha de cinco botões, ao invés de três.

Duas novas máquinas tiveram que ser desenvolvidas para poder fabricar a sandália de cinco furos. Uma para a operação da furação dos cinco furos de uma só vez e a outra, para a operação de montagem da forquilha de cinco botões, ao mesmo tempo. Essas novas máquinas se mostraram como a grande atração do novo processo e exigiram treinamentos operacionais com duração de dois meses, para poder conseguir uma produtividade desejada.

A figura 7.6 apresenta o leiaute existente, no qual houve várias tentativas de fabricar a sandália *Reef*, porém, sem sucesso.

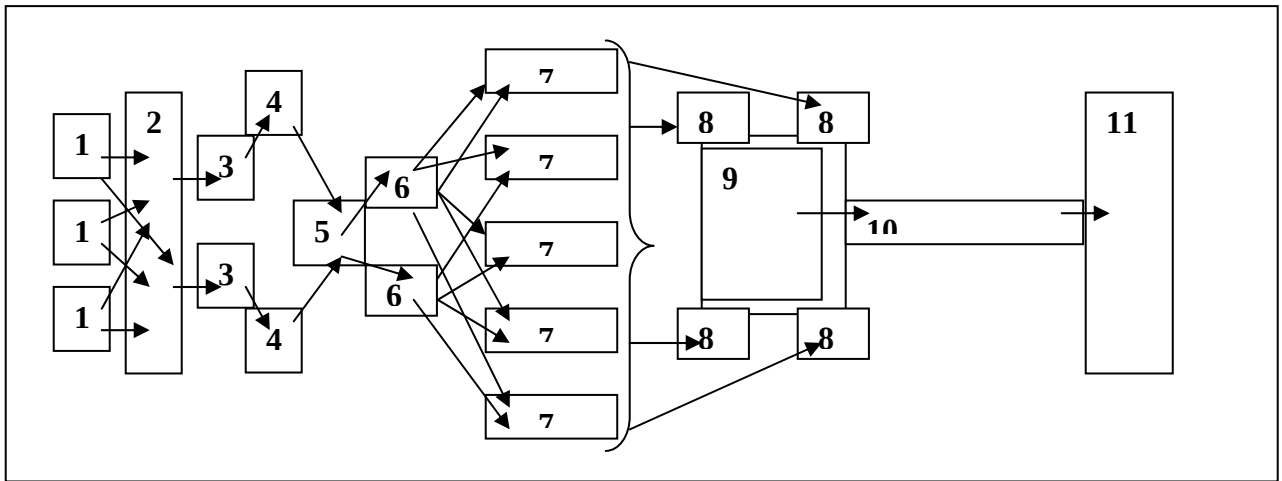


Figura - 7.6 – leiaute anterior da célula de produção das sandálias Reef

Legenda:

- 1- Máquina de corte de sandálias.
- 2- Caixote para separação dos pés esquerdos dos pés direitos.
- 3- Máquina de efetuar ao mesmo tempo três furos na sola da sandália.
- 4- Caixotes para pés esquerdos e pés direitos.
- 5- Cabine para aplicação de produto químico.
- 6- Transportador vertical de bandejas.
- 7- Bancada para aplicação de pinturas na palmilha da sandália.
- 8- Máquina de montar forquilha de três botões ao mesmo tempo.
- 9- Bancada para separação dos pés esquerdos e pés direitos.
- 10- Esteira para colocação de cabide, lacres e etiquetas.
- 11- Bancada de embalagem.

A figura 7.7 apresenta o leiaute que foi implantado.

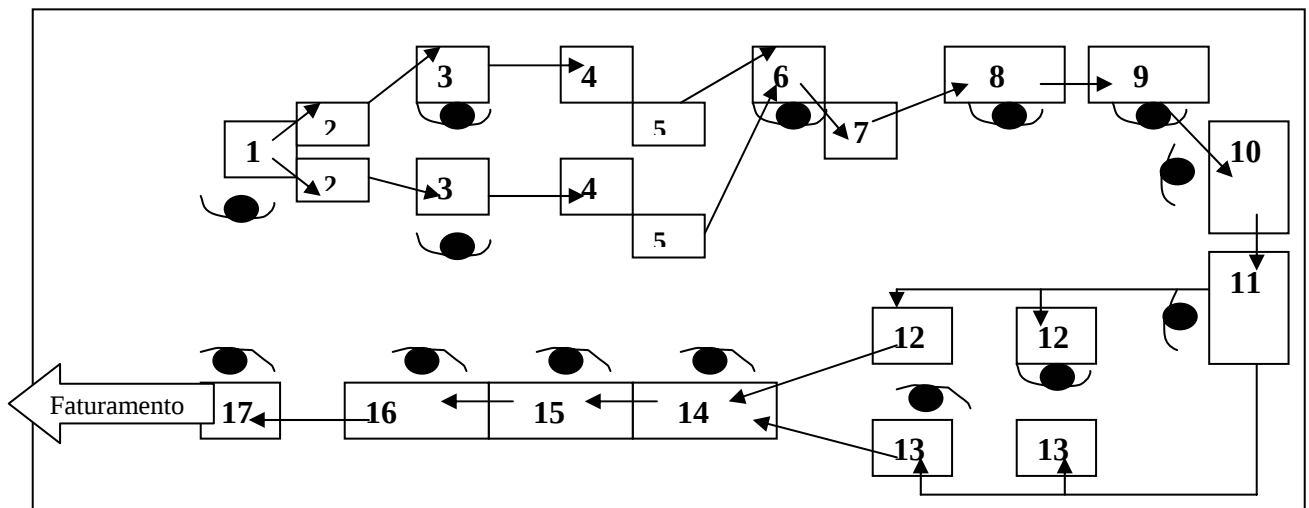


Figura 7.7 – leiaute implementado na célula de produção das sandálias Reef

Legenda:

- 1- Máquina de corte de sandálias.
- 2- Caixote com rodízios para separação dos pés esquerdos dos pés direitos.
- 3- Máquina de efetuar, ao mesmo tempo, três furos na sola da sandália.
- 4- Máquina de efetuar, ao mesmo tempo, cinco furos na sola da sandália.
- 5- Caixote com rodízios para separação dos pés esquerdos dos pés direitos.
- 6- Cabine para aplicação de produto químico.
- 7- Transportador vertical de bandejas.
- 8- Bancada para aplicação da 1ª pintura na palmilha da sandália.
- 9- Bancada para aplicação da 2ª pintura na palmilha da sandália.
- 10- Bancada para aplicação da 3ª pintura na palmilha da sandália.
- 11- Bancada para aplicação da 4ª pintura na palmilha da sandália.
- 12- Máquina de montar forquilha de três botões.
- 13- Máquina de montar forquilha de cinco botões.
- 14- Bancada para inspeção e limpeza das sandálias.
- 15- Bancada para colocação de etiquetas e lacres.
- 16- Bancada para embalagem.
- 17- Bancada para colocação de etiquetas de endereçamento e faturamento.

A tabela 7.9 apresenta os ganhos obtidos com a implementação da célula de produção enxuta (figura 7.7), com relação à célula tradicional (figura 7.6), no período de setembro de 2002 a março de 2003.

Tabela 7.6 – Ganhos constatados com a implantação da célula de produção Reef no período de setembro de 2002 a março de 2003

Indicador	Processo inicial	Processo atual	Diferença	%
	Setembro/ 2002 (Figura – 7.6)	Março/ 2003 (Figura – 7.7)		
Segundos gastos por par produzido	190,9	8,6	- 182,3	- 96
Média de pares por dia	141,0	1.570	1.429	+ 1.010
Média de pares por pessoa-dia	12,9	142,8	129,9	+ 1.010
Pares por pessoa por hora	37,8	392,6	354,8	+ 939
m2 ocupado por célula de produção	280,0	2.159,0	1.952,0	+ 939

A célula tradicional, apresentada na figura 7.6, ainda permanece na fábrica. É nela, onde atualmente são fabricadas as sandálias que exigem pintura nas suas palmilhas. Normalmente ela é balanceada com 51 pessoas para um volume de 18.425 pares por turma, a uma eficiência de 100%.

Todavia, só conseguem atingir 10.607 pares, em média por turma, resultando em uma eficiência de 58%, numa média de 208 pares por pessoa por dia.

Com esse arranjo físico não se conseguiu atender às exigências de fabricação das sandálias da marca *Reef*, que, por força das circunstâncias, teve a fabricação das sandálias de três furos iniciada nesse processo.

A tentativa de se fabricar as sandálias *Reef* na célula tradicional serviu para ratificar que o sistema de produção em massa não é adequado para se produzir pequenos lotes, com grandes variedades de modelos.

Em uma programação inicial de 6.648 pares, não se conseguiu fechar o pedido em tempo hábil. Seu fechamento ocorreu duas semanas após o prazo estabelecido.

O atraso ocorreu devido às seguintes causas: a cultura até hoje existente de se fabricar com o conceito empurrado e não puxado, como recomenda a filosofia *just-in-time*; falta de controle no fluxo de produção, por pedido do cliente; estoques excessivos entre as etapas dos processos; grandes movimentações de transportes nos materiais semi-acabados; falta de sincronismo entre os componentes da sandália (sola e forquilha) e falta de treinamento para as exigências de fabricação das sandálias *Reef* (novo cliente).

O resultado foi a produção de grandes quantidades de sobras de sandálias de algumas cores/ números (estoques de sandálias acabadas desnecessários, perda por superprodução), a falta de sandálias acabadas em outras cores/ números e a geração de grandes quantidades de contrapés (pés esquerdos e direitos, sem a formação de pares de sandálias).

Após análise das causas, concluiu-se que seria humanamente impossível a fabricação de sandálias no layout existente, com grandes variedades de pequenas quantidades demandadas, com um nível de qualidade bastante diferenciado das sandálias que ali eram fabricadas, e tendo que, imediatamente, ser embaladas e endereçadas aos destinos espalhados por diversas partes do mundo, sem comprometer as entregas exigidas pelo cliente.

O leiaute não teria sido preparado para esse fim, nem as pessoas estavam treinadas para tal conceito de produção.

Para se corrigir a forma de pensar, do conceito empurrado para o puxado, durante um mês, foram realizados treinamentos básicos sobre as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta, com os supervisores, líderes e operadores de produção. Os treinamentos foram de fundamental importância para facilitar a introdução da nova célula de manufatura enxuta para fabricação das sandálias *Reef*, conforme está apresentado na figura 7.17.

7.4.2 – Principais melhorias realizadas na célula de produção das sandálias *Reef*

Entre as muitas melhorias realizadas na célula de produção das sandálias *Reef*, pode-se destacar três que muito contribuíram para o aumento da produtividade.

7.4.2.1 – Melhoria no método da colocação da arruela plástica na dedeira da forquilha

As sandálias *Reef* exigem a colocação de uma arruela plástica na dedeira (parte que fica entre os dedos dos pés), para garantir uma melhor resistência de fixação da dedeira ao solado da sandália.

O método inicial para a colocação dessa arruela era o seguinte: (1) em uma máquina apropriada montar a forquilha no solado da sandália; (2) com o uso das duas mãos colocar a arruela plástica na dedeira; (3) ajustar os botões da forquilha no solado da sandália.

Antes da melhoria, eram necessárias quatro pessoas fixas executando essa operação, para se conseguir um volume de 3.000 pares de sandálias, por turma. Porém, pelo fato da operação ser totalmente manual e exigir um grande esforço nas mãos e nos braços, o ritmo de trabalho não era constante, por causar fadiga e pelo fato de haver rejeição dos operadores pela operação.

Verificou-se a necessidade de uma melhoria nessa operação. Os funcionários da célula foram convocados para o primeiro desafio do grupo: colocação da arruela no momento da montagem da forquilha, com os seguintes passos: (1) colocação da arruela plástica na dedeira da forquilha; (2) montagem e ajuste dos botões da forquilha com a arruela, simultaneamente.

Foram realizadas várias tentativas, porém, sem sucesso. Decidiu-se então fazer uma reunião pra que os operadores apresentassem suas idéias. As tentativas voltaram a ser realizadas, até que um dos operadores sugeriu uma pequena modificação na pinça da máquina de montar a forquilha. Com esse novo método, o entusiasmo dos operadores foi contagiante, o desafio foi superado.

Introduzido o novo método, a colocação das arruelas na dedeira da forquilha passou a ser terceirizada, por uma facção interna na fábrica. A forquilha e a arruela passaram a ser montadas juntas.

Esse novo método permitiu a retirada de quatro pessoas da célula e aumentou a satisfação dos operadores, pela realização da operação, fazendo com que a célula aumentasse de 170,5 para 225,8 pares por pessoa por dia, correspondendo a um aumento de 32,4% na produtividade.

7.4.2.2 – Melhoria no *set-up* da furação e montagem dos solados das sandálias *Reef*

Com as grandes quantidades de numerações nas pequenas quantidades de sandálias dos pedidos realizados pela Reef (novo cliente), gerava uma grande quantidade de *set-ups* na máquina de furar o solado da sandália e, ao mesmo tempo, nos ajuste das pinças da máquina da montar forquilha.

Junto com o PCP (programação e controle da produção), foram discutidas sugestões na forma da programação. Mudanças na forma de se programar fez com que a quantidade de *set-ups* reduzisse de 15 para 4 *set-ups*, em 7,5 horas de trabalho, ou seja, uma redução de 2 para 0,53 *set-ups* por hora, representando uma redução de 73,3% na quantidade de *set-ups*.

O PCP passou a se programar pela seqüência dos pedidos, que eram bastante fracionados. Somam-se a isso todos os pedidos que marcam a mesma data de entrega, formando um grande pedido. A programação passou a ser com os números, na ordem decrescente das quantidades, por numeração do somatório dos pedidos, para a mesma data de entrega. Com isso, a quantidade de mudança de moldes na máquina de furar e a quantidade de ajustes nas pinças nas máquinas de montar teve uma redução na proporção acima citada.

Uma outra mudança na redução do *set-up* foi a do próprio tempo na troca de molde da máquina de furar o solado da sandália.

O molde de furação do solado da sandália é fixado por parafusos em uma base, que por sua vez é fixada na máquina por grampos com parafusos. O tempo de fixação do molde à base foi eliminado com a introdução de mais duas bases, que tornou possível a transferência de tempo de

set-up interno, para um externo. Com isso, o elemento de fixação do molde na base passou a ser realizado por um outro operador da célula e não pelo operador da máquina de furar solados.

Essa melhoria proporcionou uma redução no tempo de *set-up* de moldes na máquina de furar de 360 para 120 segundos, representando uma redução de 66,67%.

Foram criadas tabelas que indicam a capacidade da célula em função da troca de *set-ups* nos moldes de furação na máquina de furar e dos ajustes das pinças na máquina de montar as forquilhas nos solados das sandálias.

7.4.2.3 – Melhoria nos *set-up* de gabaritos, telas de serigrafia e tintas

Com as grandes quantidades de cores nas pequenas quantidades de sandálias dos pedidos realizados pela *Reef* (novo cliente), gerava-se uma grande quantidade de *set-ups* nos gabaritos, telas de serigrafias e cores de tintas para as pinturas das palmilhas das sandálias.

Uma mudança na forma de se programar resultou na redução da quantidade de *set-ups* realizados nessa operação. Ao invés de se programar pela seqüência dos pedidos,, que eram bastante fracionados, passou-se a somar todos os pedidos que marcavam a mesma data de entrega formando um grande pedido.

Sendo assim, passou a se programar, na ordem decrescente das quantidades por numeração do somatório dos pedidos para a mesma data de entrega e com as mesmas cores de pintura da palmilha. Com isso, a quantidade de mudança de telas e cores de tintas para a pintura da palmilha, reduziu de 8 para 4 trocas, ou seja, 50% de redução na quantidade de trocas de telas e tintas.

As melhorias de *set-ups* realizadas permitiram à célula mudar rapidamente o que fazia proporcionando à empresa, a vantagem de ser flexível (ver página 13, item 4).

Uma outra mudança na redução do *set-up*, foi a do próprio tempo de troca dos gabaritos e telas para pintura das palmilhas das sandálias. Antes, os gabaritos eram de papelão e fixados com fitas adesivas, somando um tempo de 380 segundos para a sua preparação. Esse método era rudimentar e provocava problemas de qualidade na pintura de serigrafia por motivo da não precisão na fixação dos gabaritos.

Foram desenvolvidos gabaritos de madeira com fixação através de parafusos que, além de reduzir o tempo de fixação de 380 para 160, ou seja, 57,90% de redução, permitiu uma garantia na fixação do mesmo e, conseqüentemente, na qualidade da pintura da serigrafia nas palmilhas das sandálias.

A seguir, está apresentado, graficamente, o histórico da evolução de janeiro de 2002 a março de 2003, dos seguintes indicadores de produtividade: (1) produção mensal; (2) média de pares por dia; (3) média de pares por pessoa por dia; (4) pares por pessoa por hora e (5) segundos gastos por par produzido.

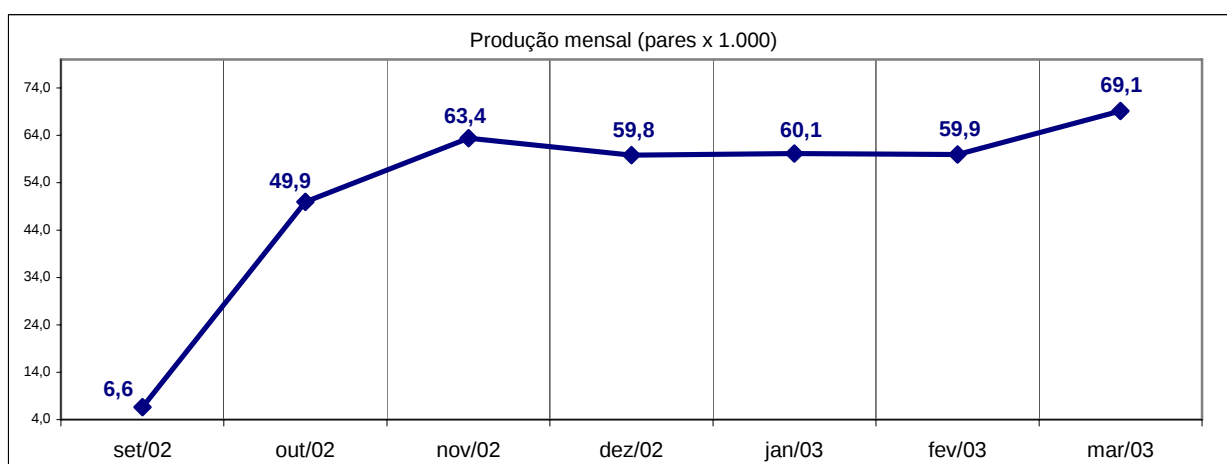


Gráfico 7.12 – Evolução da produção mensal na fabricação de sandálias Reef

Observa-se um crescimento consistente na produção mensal na fabricação de sandálias Reef. A implantação da célula permitiu à empresa uma exportação de 69,1 mil pares, em março de 2003.

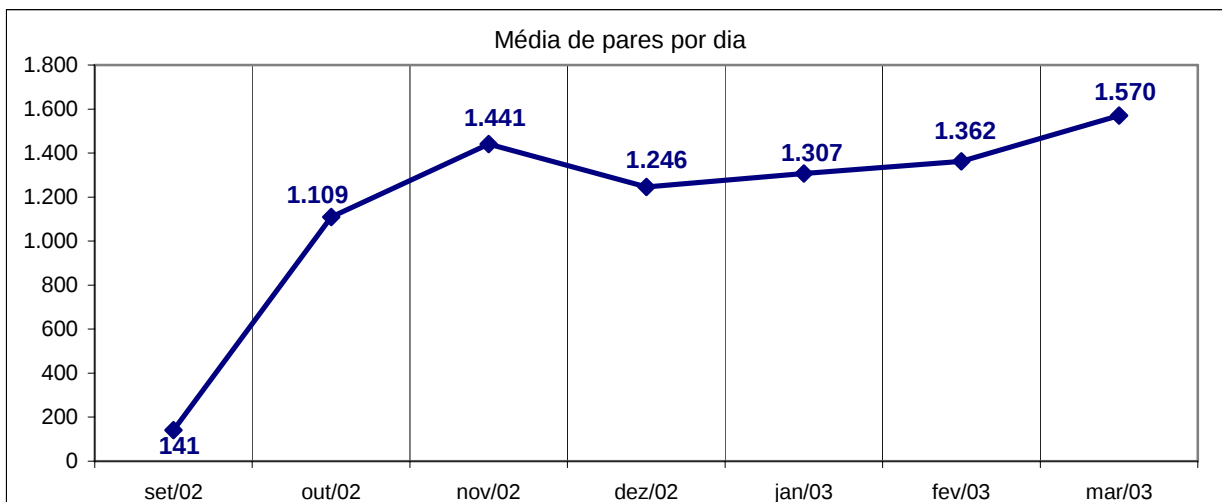


Gráfico 7.13 – Evolução da média de pares por dia na fabricação de sandálias Reef

Observa-se um crescimento consistente na média de pares por dia na fabricação de sandálias Reef. A implantação da célula permitiu à empresa atingir uma média de 1.570 pares de sandálias Reef em março de 2003.

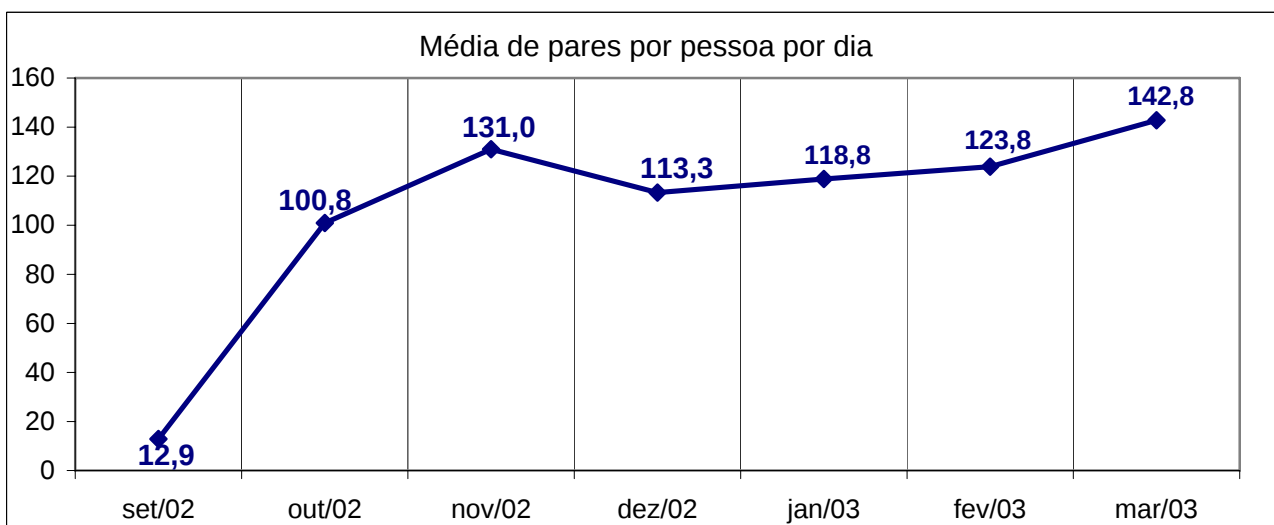


Gráfico 7.14 – Evolução da média de pares por pessoa por dia na fabricação de sandálias Reef

Observa-se um crescimento consistente na média de pares por pessoa por dia na fabricação de sandálias Reef. A implantação da célula permitiu à empresa uma média de 142,8 pares em março de 2003.

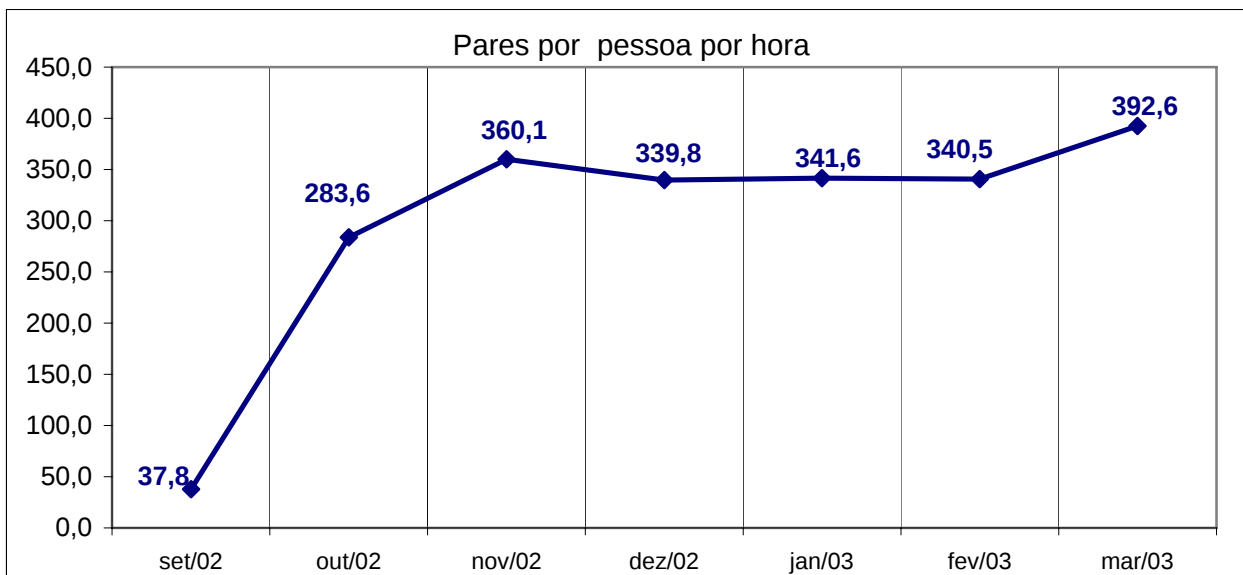


Gráfico 7.15 – Evolução dos pares por pessoa por hora na fabricação de sandálias Reef

Observa-se um crescimento consistente na média de pares por pessoa por dia na fabricação de sandálias Reef. A implantação da célula permitiu à empresa uma média de 392,6 pares em março de 2003.

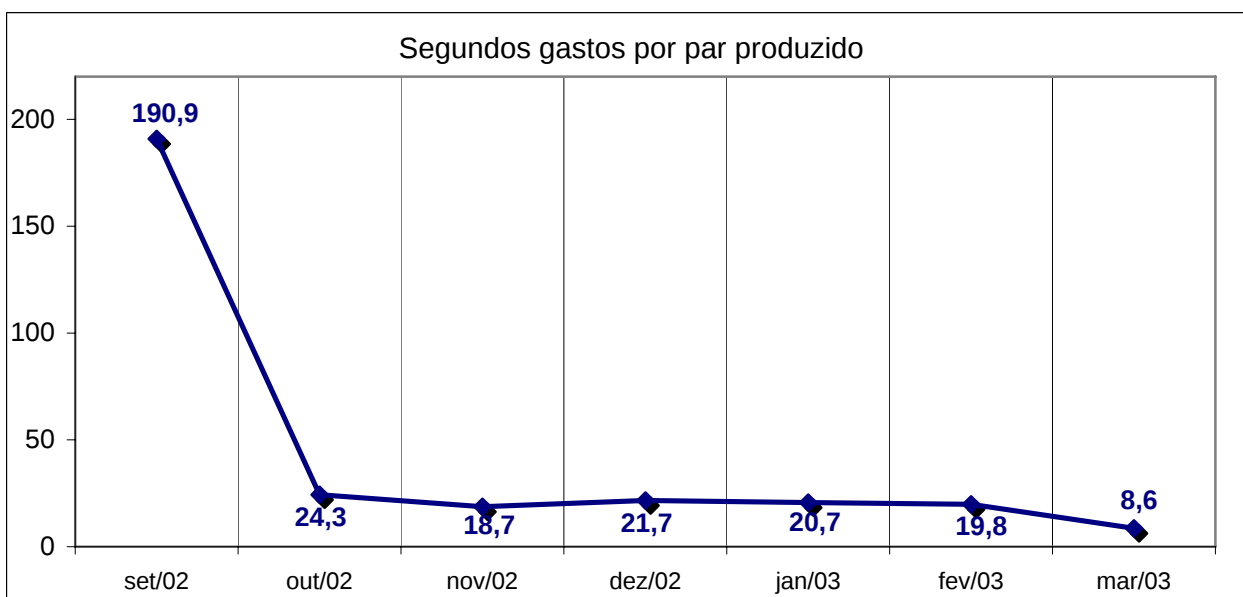


Gráfico 7.16 – Evolução dos segundos gastos por par produzido na fabricação de sandálias Reef

Observa-se uma redução consistente nos segundos gastos por par produzidos na fabricação de sandálias Reef. A implantação da célula permitiu à empresa atingir 8,6 segundos por par produzido em março de 2003.

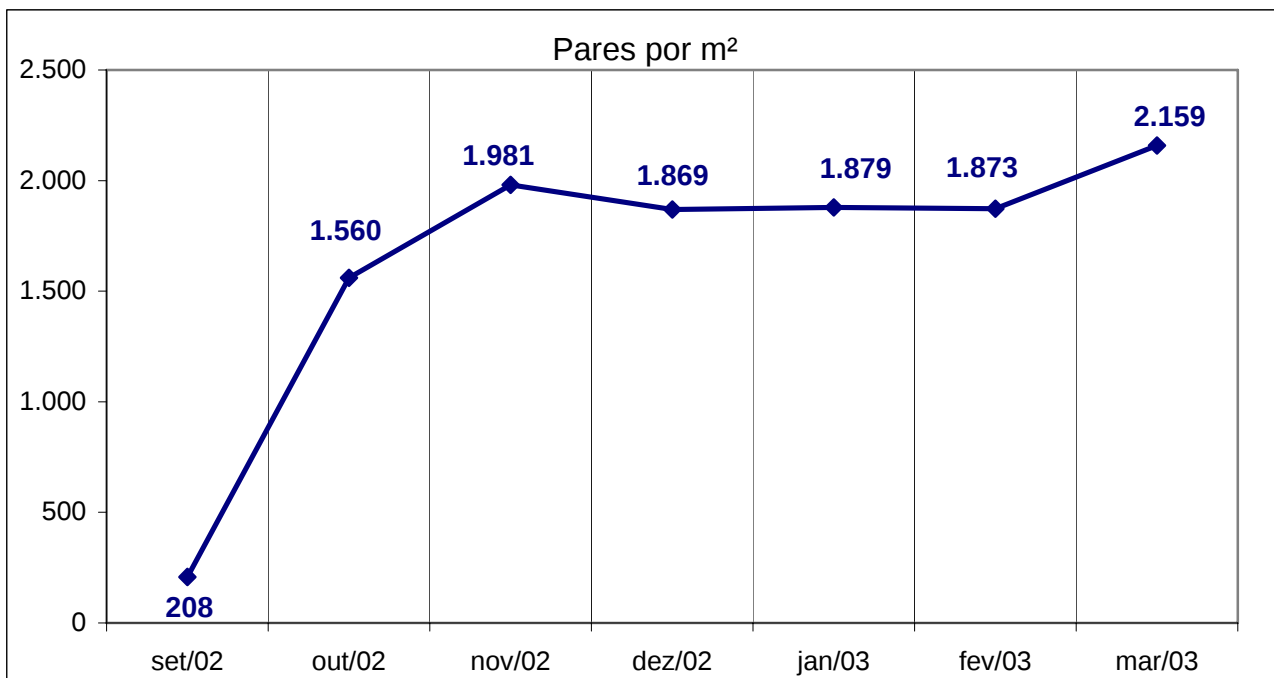


Gráfico 7.17 – Evolução dos pares por pessoa por hora na fabricação de sandálias Reef

Observa-se um crescimento consistente nos pares por m2 na fabricação de sandálias Reef. A implantação da célula permitiu à empresa atingir 2.159 pares por m2 em março de 2003.

8 – CONCLUSÕES

Os dados obtidos através das observações e informações analisadas nos documentos de controles internos da empresa, onde as células de manufatura foram implantadas, permitiram concluir que a produção enxuta contribuiu para aumentar a produtividade das células implantadas.

8.1 – Quanto à primeira célula de manufatura implantada

Pode-se concluir que esta célula de manufatura contribuiu para que a empresa introduzisse a sandália Flash no mercado e permanecesse com ela, iniciando com um volume de 6.019 pares, chegando a 47.202 pares, em outubro de 2002. Esta sandália tem uma venda média mensal de 42.000 pares. A produtividade na célula de colocação da etiqueta flash contribui para redução do custo de fabricação, permitindo à empresa ter uma boa margem de lucro nesse produto.

8.2 – Quanto à segunda célula de manufatura implantada

Esta célula de manufatura contribuiu para que a empresa introduzisse um novo processo de fabricação de sandálias de PVC expandido. Dela se originou uma nova fábrica de sandálias, com conceitos modernos de gestão da produção, através de células de manufatura enxuta. Esse novo processo aumentou o volume de negócio da empresa em de 17,5 %, assim como a sua participação no mercado nacional e também nas exportações.

8.3 – Quanto à terceira célula de manufatura implantada

Esta célula de manufatura possibilitou à empresa a consolidação da conquista de um novo mercado de sandálias (sandálias *Reef*), atendendo às exigências do cliente quanto ao atendimento na qualidade exigida pelos seus produtos, na flexibilidade de produzir grandes variedades de produtos em pequenos lotes de produção, na rapidez no atendimento, na confiabilidade da entrega e integridade dos pedidos e na negociação de preço, contribuindo para o aumento do volume de suas exportações e, conseqüentemente, no aumento da lucratividade da empresa.

8.4- Quanto às filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta

8.4.1 – Quanto à eliminação total dos desperdícios

As pessoas demonstraram perceber a importância de reduzir e, quando possível, de eliminar as perdas existentes nos processos onde as células foram implantadas.

Os conceitos de eliminação da perda por superprodução e perda por estoque, na terceira célula (produção de sandálias *Reef*), durante o período de acompanhamento da pesquisa, foram bem absorvidos pelos seus funcionários, a ponto de serem eliminadas por completo.

Nas três células, a perda por processamento em si foi reduzida com o uso intensivo de estudos de tempos e movimentos, melhorias nos métodos de trabalho e com pequenos investimentos em tecnologia de fabricação (desenvolvimento de máquinas apropriadas) como também com a engenharia de análise de valor.

Pode-se perceber que as perdas por movimento e por espera são os tipos de perdas bem absorvidas e trabalhadas pelos funcionários das células implantadas. Eles demonstraram perceber que a redução desses tipos de perda ajuda no aumento da produtividade da célula.

8.4.2 – Quanto à melhoria contínua

As pessoas demonstraram perceber a importância de praticar a melhoria contínua. Os funcionários, preocupados em aumentar a produtividade da célula, eram estimulados a sugerir idéias novas para a melhoria das suas próprias atividades e de seus colegas de trabalho. Percebeu-se que a cada melhoria realizada na célula, aumentava a auto-estima dos seus funcionários.

8.4.3 – Quando ao envolvimento de todos

Todos os funcionários das células receberam treinamentos sobre as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta. Pode-se constatar que eles estavam bastante envolvidos e comprometidos na prática dos conhecimentos adquiridos sobre a produção enxuta. Todavia, por força das circunstâncias, os gerentes e supervisores não participaram dos treinamentos teóricos.

O sucesso pleno da produção enxuta está diretamente associado ao envolvimento de todos os funcionários da organização. Sendo assim, sem o completo envolvimento dos gerentes e

supervisores, a evolução dos resultados das células foi prejudicada, visto que, ambos, em muitas situações do dia a dia, forçavam os funcionários das células a tomarem decisões voltadas para a cultura da produção em massa.

Concluiu-se que, sem os treinamentos prévios dirigidos aos funcionários das células, os resultados apresentados no estudo de caso não teriam sido alcançados.

Pode-se perceber que a cultura não é um impedimento para a implantação das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta e que, de fato, segundo Schonberger (1984, p. 10), “a cultura não é um obstáculo” para a implantação da produção enxuta.

A indefinição, porém, pela adoção de uma cultura organizacional voltada para as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta, compromete a continuidade e a evolução das células de manufatura implantadas.

Os funcionários das células implantadas demonstraram ter absorvido que a multifuncionalidade e o trabalho em equipe é crucial para o aumento da produtividade, e que o trabalho desenvolvido na célula é o resultado da equipe, e que ele é maior do que o resultado individual.

Eles passaram a perceber que a multifuncionalidade é uma das principais chaves para o aumento da produtividade nas células de manufatura, permitindo a ajuda mútua em busca de um único resultado, ao invés de vários resultados individuais.

Pode-se observar que a multifuncionalidade, além de aumentar a produtividade, elevou o moral dos funcionários, facilitando o conhecimento entre eles e aumentando a empatia pelo colega de trabalho.

Durante o período de implantação do estudo de caso, houve dois cultos ecumênicos de ação de graças para todos funcionários da empresa. Verificou-se que esta prática influenciou no comportamento das pessoas. Os funcionários das células implantadas estavam espiritualmente mais motivados a ajudar aos seus colegas, colaborando mais com o trabalho em equipe.

8.4.4- Quanto às técnicas implantadas

Pode-se constatar, nos funcionários das células implantadas, o constante questionamento sobre os problemas que estavam impedindo a célula de conseguir o resultados, antes mesmo de sugerirem solução ou por iniciativa própria procurarem resolver o problema. A técnica de se questionar, no mínimo cinco vezes, embora de uma forma não sistemática, está presente nas três células implantadas. Tornou-se um hábito entre os funcionários procurar questionar qualquer coisa, mesmo quando a decisão vem de uma esfera superior.

Constatou-se que a prática dos 5S (*seiri, seiton, seiketsu e shitsuke*) ajudou na educação e na mudança de hábitos dos funcionários das células implantadas, contribuindo para a manutenção da organização e limpeza das células, ajudando assim no aumento da produtividade.

Verificou-se que a prática da troca rápida de ferramentas (*set-up*) contribuiu muito para o aumento da produtividade, principalmente na terceira célula (produção de sandálias *Reef*). Na divisão dos *set-ups* internos e externos, houve uma melhor divisão das tarefas. A alteração na forma de se programar, muito contribuiu para a redução da quantidade dos *set-ups*, permitindo um fluxo mais contínuo da produção e o conseqüente aumento da produtividade.

Constatou-se que, de fato, o uso do diagrama de causa e efeito estimula as pessoas a colaborarem com suas idéias nas soluções dos problemas da equipe.

Pode-se observar que o uso do diagrama de pareto facilita a compreensão dos funcionários na escolha do problema no qual se deve concentrar os esforços.

Verificou-se que, de fato, o leiaute celular, em forma de “U” é bastante flexível, para a multifuncionalidade de todos os funcionários da célula, na fabricação de pequenos lotes, com grandes variedades de produtos, na manutenção de um fluxo contínuo de produção, na eliminação de estoques intermediários e na criação de um espírito de equipe.

O uso de dispositivos à prova de falhas (*poka-yoke*) garantiu que problemas de produtos defeituosos não chegassem ao cliente.

Pode-se constatar que, segundo Schonberger, (1984, p. 10), “as técnicas podem alterar o comportamento das pessoas”.

Constatou-se que, mesmo sem ter havido o envolvimento de todas as pessoas da empresa no estudo de caso, os resultados alcançados pelas células implantadas, terminaram por criar uma concordância entre os níveis gerenciais da fábrica, que as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta, representam de fato, um poderoso sistema capaz de aumentar a produtividade da empresa e de melhorar a qualidade dos seus produtos, principalmente quanto à implementação de células de manufatura, como foi apresentado no estudo de caso neste trabalho.

9 – RECOMENDAÇÕES

9.1 - Quanto às filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta

Uma vez constatado no estudo de caso, mesmo que em células localizadas, que as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta são um poderoso sistema de gerenciamento da produção e que contribuem para o aumento da produtividade, recomenda-se a adoção desse sistema de produção para toda empresa que almeje ajustar os seus processos produtivos à nova configuração do mercado.

Sem dúvida, a adoção do sistema de produção enxuta fará com que os processos produtivos desperdicem menos recursos produtivos, que sejam mais rápidos e flexíveis, que melhorem a qualidade dos produtos por eles fabricados e ofereçam produtos no mercado, com preços mais competitivos.

Ao se tomar a decisão pela adoção da produção enxuta, deve-se tomar os cuidados necessários na implantação correta das suas filosofias, técnicas e métodos.

Para a consolidação plena da produção enxuta, recomenda-se a realização de treinamentos para todos os níveis hierárquicos da empresa, a fim de disseminar as filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta, proporcionando a criação de uma nova cultura através de conhecimentos teóricos e práticos.

É recomendável a contratação de um profissional especializado no assunto e, se possível, com experiência para ser o responsável na implantação desse novo sistema gerenciador da produção. Esse profissional deve ter todo o tempo disponível para esse fim e receber o apoio integral da direção e gerências da empresa.

Na medida do possível, é recomendável a presença de um consultor especialista no assunto, que já tenha vivenciado a implantação do sistema de produção enxuta. A experiência do consultor é muito importante e ajudará a evitar falhas na implementação do novo sistema. As visitas frequentes do consultor à empresa servirão para estimular os seus funcionários na incorporação do sistema de produção enxuta.

9.2 - Recomendações Gerais

Devido principalmente às limitações de tempo para a execução desse trabalho, o mesmo apresenta lacunas que poderão ser preenchidas na continuação de novas pesquisas que poderão contribuir muito para o enriquecimento do conhecimento acadêmico, assim como para o mundo empresarial, sobretudo para a empresa onde foi realizado o estudo de caso.

Por exemplo, estudos que pudessem responder às seguintes perguntas: (1) qual a influência da implantação do sistema de produção enxuta na produtividade e na qualidade dos produtos em uma indústria de sandálias quando do completo envolvimento de todos os seus funcionários? (2) qual a influência da produção enxuta como estratégia organizacional para o aumento da produtividade e competitividade em uma indústria de sandálias? Certamente perguntas como essas abrem oportunidades para pesquisas de teses ao nível de doutorado que exigem assuntos inéditos e com um maior tempo de investigação.

Para o Brasil, que é um país considerado internacionalmente com um crescimento econômico emergente, inserido em uma economia globalizada, necessitando mais do que nunca, de aumentar a produtividade de suas empresas e a qualidade dos produtos por elas fabricados, a produção enxuta se apresenta como uma importante alternativa para o fortalecimento de sua economia.

A aplicação das filosofias, técnicas e métodos da produção enxuta contribui para fortalecer economicamente as empresas. Empresas economicamente fortalecidas contribuem para o fortalecimento econômico de uma nação. Uma nação economicamente fortalecida torna-se respeitada, competitiva e atrai grandes investimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, João Ferreira de. **BÍBLIA de Estudo Almeida. Livro do Evangelho de Marcos.** São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 1999.
- BARROS, Aidil Jesus Paes de; LEHFELD, Neide Aparecida de Sousa. **Fundamentos de metodologia:** um guia para a iniciação científica. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.
- BEAUCHAMP, Chantal. **Revolução industrial e crescimento econômico no século XIX.** Lisboa: edições 70, 1998.
- BORGES, Edmar Lourenço et al. **Da simulação à criação de modelos:** um contexto para a aprendizagem na empresa. /n: Anais, VI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Florianópolis, SC, p.154-165,1995.
- BUFFA, Elwood S. **Administração da produção.** Tradução: Otacílio de Cunha. [Tradução de Modern production management.] Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1972. vol.1.
- BURBIDGE, John L. **Planejamento e controle da produção.** Tradução de Luiz Henrique da Silva. São Paulo: Atlas, 1983.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês).** 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- _____. **Qualidade – Gerenciamento da rotina: do trabalho do dia-a-dia.** 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1994.
- CAPITALISMO sem gordura, O. Disponível:
<<http://www.janelanaweb.com/manageme/magro.html>>. Acesso em: 13 ago. 2002.
- CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia Científica.** 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- CHASE, Richard B.; AQUILANO, Nicholas J.; JACOBS, F. Robert. **Production end operations management:** manufacturing and services. 8. ed. Boston: McGraw-Hill, 1998.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução a teoria geral da administração**. Rio de Janeiro: Campos, 1990.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em ciências humanas**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1998.

CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo avesso**. Rio de Janeiro: Ed.UFRJ, 1964.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. ***Just-in-time*, MRPII e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1996.

DEANE, Phyllis. **A revolução industrial**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Pequeno dicionário brasileiro da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Gamma, 1971.

FORD, Henry. **Os princípios da prosperidade**. São Paulo: Freitas Bastos, 1964.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 2001.

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

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. Tradução de José Marques Junior. Tradução de: Production management. São Paulo: Atlas, 1989.

HIRATA, Helena S. **Sobre o “Modelo” Japonês**: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho. São Paulo, EdUSP 1993.

HRADESKY, John L. **Aperfeiçoamento da qualidade e da produtividade**: guia prático para a implantação do controle estatístico do processo – CEP. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

KEMP, tom. **A revolução industrial na Europa do século XIX**. Lisboa: ed. 70, 1984.

KOTLER, Philip; FAHEY, Liam; JATUSRIPITAK, Sonmdick. **A nova concorrência**. Rio de Janeiro: Pretice-Hall, 1986.

LAKATOS, Eva Maria; MACONI, Maria Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LANDES, David S. **A riqueza e pobreza das nações**: por que algumas são tão pobres e outras são tão ricas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

LAVILLE, Chistian; DIONNE, Jean. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: EdUFMG, 1999.

MARQUES, Joambell M. **Produtividade**: alavancada para a competitividade: um modelo para aumentar a competitividade das empresas industriais. 2. ed. São Paulo: Edicon, 1996.

MONDEN, Yasuhiro. **Produção sem estoques**: uma abordagem prática do sistema de produção Toyota. São Paulo: IMAM, 1984.

OHNO, T. **Sistema toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RIBEIRO, Haroudo. **5S: housekeepin**: um roteiro para uma implantação bem sucedida. 4. ed. Casa da qualidade, 1994.

_____. **5S: barreiras e soluções**. Porque algumas organizações fracassam enquanto outras conseguem resultados extraordinários com o 5S? Casa da qualidade, 1997.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.

ROBBINS, Stephen P. **Comportamento organizacional**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. Lean Institute Brasil, 1999.

SANTOS, Maurílio José dos. **O just-in-time e a cultura da empresa**: estudo comparativo de casos em empresas da indústria metal mecânica do estado de Santa Catarina. 1994. 257 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – UFSC, Florianópolis, 1994.

SCHONBERGER, Richard J. **Técnicas industriais japonesas**: nove lições ocultas sobre simplicidade. 4. ed. São Paulo, Pioneira, 1992.

SEVERIANO FILHO, Cosmo. O enfoque vetorial da produtividade em um sistema de avaliação para a manufatura avançada na indústria de alimentos. 1995. 287 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - UFSC, Florianópolis, 1995.

SEVERIANO FILHO, Cosmo. **Produtividade & manufatura avançada**. João Pessoa: PPGEPP, 1998.

SHINGO, Shingeo. **O Sistema toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

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

SLACK, Nigel et. al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

STEVENSON, William J. **Administração das operações de produção**. Rio de Janeiro: 2001.

TAYLOR, Frederick Winslow. **Princípios da administração científica**. São Paulo: Atlas, 1995.

WEBER, Max. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. 12. ed. São Paulo, 1986.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

YIN, Robert K. **Case study research: design and methods**. 2. ed. Applied social research methods series, v. 5.. Thousand Oaks Publications, 1994.