

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

**UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO
NA MELHORIA DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS**

Hélio Diedrich

Porto Alegre, 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

**UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO
NA MELHORIA DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS**

Hélio Diedrich

Orientador: Flávio Sanson Fogliatto, Ph. D

Banca examinadora:

Prof. Dr. Cláudio Walter

Prof^ª. Dr^ª. Lia Buarque de Macedo Guimarães

Prof. Dr. Antonio Domingos Padula

Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia
como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade

Profissionalizante – Ênfase Produção

Porto Alegre, 2002

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovado em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Flávio Sanson Fogliatto, Ph. D
Orientador
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profª. Helena Beatriz Bettella Cybis
Coordenadora
Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Cláudio Walter
PPGEP/UFRGS

Profª. Drª. Lia Buarque de Macedo Guimarães
PPGEP/UFRGS

Prof. Dr. Antonio Domingos Padula
PPGA/UFRGS

Dedico este trabalho a minha mulher Sirlei e meus filhos Jonas e Douglas pelo apoio, carinho e compreensão, extremamente necessários para que este trabalho se realizasse.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

Pensei em citar nomes, mas talvez, sem intenção, cometesse o erro imperdoável do esquecimento.

Portanto, a todos: minha família, meus amigos, direção e equipe da empresa onde foi realizado o estudo de caso, meu orientador e todos os demais professores, o meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1	14
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1.2 O TEMA E SUA IMPORTÂNCIA	14
1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO	16
1.4 MÉTODO DE PESQUISA	17
1.5 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO	18
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
CAPÍTULO 2	21
2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA DE CALÇADOS NO BRASIL	21
2.1 O CENÁRIO DA INDÚSTRIA CALÇADISTA BRASILEIRA	21
2.2 A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA CALÇADISTA PARA A ECONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL	22
2.3 O PROCESSO PRODUTIVO	22
2.3.1 O setor de modelagem	24
2.3.2 O setor de corte	24
2.3.3 O setor de pesponto (costura)	24
2.3.4 O setor de pré-fabricado	25
2.3.5 O setor de montagem e acabamento	26
2.4 FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO	26

CAPÍTULO 3	28
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	28
3.2 INTRODUÇÃO AO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	29
3.2.1 <i>Just-in-time</i> – JIT	30
3.2.2 Automação - JIDOKA	31
3.2.3 Elementos que constituem o Sistema Toyota de Produção.....	35
3.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE CONSTRUÇÃO DO STP	37
3.3.1 Mecanismo da Função Produção – MFP.....	37
3.3.2 O princípio do não-custo.....	43
3.3.3 Perdas nos sistemas produtivos	44
3.4 AS SETE CLASSES DE PERDAS	45
3.4.1 Considerações iniciais	45
3.4.2 Perdas por superprodução.....	47
3.4.3 Perdas por transporte	47
3.4.4 Perdas no processamento em si	48
3.4.5 Perdas por fabricação de produtos defeituosos	48
3.4.6 Perdas por movimentação	50
3.4.7 Perdas por espera	51
3.4.8 Perdas por estoque	51
3.5 ANÁLISE DO PROCESSO E DAS OPERAÇÕES OBJETIVANDO IDENTIFICAR, ELIMINAR E/OU REDUZIR PERDAS.....	52
3.5.1 Considerações iniciais	52
3.5.2 Análise do processo.....	52
3.5.3 Análise das operações.....	61
3.5.4 Considerações finais sobre a Análise do Processo e Análise das Operações.....	74
3.6 <i>POKA-YOKE</i>	75
3.6.1 Considerações iniciais	75
3.6.2 Conceito de <i>Poka-Yoke</i>	76
3.6.3 Classificação dos dispositivos <i>Poka-Yoke</i>	79
3.6.4 Escolha do método <i>Poka-Yoke</i>	80

3.6.5 Considerações finais	81
CAPÍTULO 4	83
4 ESTUDO DE CASO (APLICAÇÃO DE CONCEITOS DO STP EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS).....	83
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	83
4.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA	86
4.2.1 Dados gerais de identificação.....	86
4.2.2 Organograma hierárquico	86
4.2.3 Tipo de arranjo físico predominante	87
4.2.4 O produto (calçado).....	87
4.2.5 Macro fluxo da empresa analisada	87
4.2.6 Linha de fabricação de calçados analisada	88
4.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	91
4.4 ANÁLISE DO PROCESSO (FOCO NO PRODUTO)	94
4.4.1 Considerações iniciais	94
4.4.2 Análise do Valor	94
4.4.3 Fase de Orientação	95
4.4.4 Fase de Informação	95
4.4.5 Fase Criativa	98
4.4.6 Fase de Análise.....	100
4.4.7 Fase de Planejamento.....	102
4.4.8 Fase da Execução do Programa	104
4.4.9 Fase de Resumo e Conclusões.....	104
4.5 ANÁLISE DO PROCESSO (FOCO NO PROCESSO EM SI)	107
4.5.1 Considerações iniciais	107
4.5.2 Análise do Processo	107
4.6 ANÁLISE DA OPERAÇÃO.....	109
4.6.1 Descrição da operação antes das melhorias – Método A	110
4.6.2 Descrição do método após as melhorias – Método B.....	111
4.6.3 Melhorias implementadas na operação analisada.....	112
4.7 PERDAS IDENTIFICADAS E SUGESTÕES DE MELHORIA.....	114

4.7.1 Perdas por superprodução.....	115
4.7.2 Perdas por transporte	116
4.7.3 Perdas no processamento em si	116
4.7.4 Perdas por fabricação de produtos defeituosos	117
4.7.5 Perdas por movimentação	117
4.7.6 Perdas por espera	117
4.7.7 Perdas por estoque	118
4.8 EXEMPLOS DE DISPOSITIVOS <i>POKA-YOKE</i> IMPLEMENTADOS.....	119
4.8.1 Dispositivo <i>Poka-Yoke</i> 01	119
4.8.2 Dispositivo <i>Poka-Yoke</i> número 02	123
4.8.3 Dispositivo <i>Poka-Yoke</i> 03	126
CAPÍTULO 5	129
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	129
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	129
5.2 CONCLUSÕES	129
5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	132
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
ANEXO A – ORGANOGRAMA DA EMPRESA.....	139
ANEXO B – IMAGENS DOS MODELOS DE CALÇADO UTILIZADOS NA ANÁLISE DO VALOR E NA ANÁLISE DO PROCESSO.....	140
ANEXO C – ANÁLISE DO VALOR.....	141
ANEXO D – IMAGENS DOS COMPONENTES DO MODELO UTILIZADO NA ANÁLISE DO VALOR.....	150
ANEXO E – ANÁLISE DO PROCESSO.....	153
ANEXO F – SUGESTÕES DE MELHORIA - ANÁLISE DO PROCESSO.....	168

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Separação entre homem e máquina	34
TABELA 2 – Análise do Valor - Função	53
TABELA 3 – Análise do Valor - Função dos componentes de um lápis	54
TABELA 4 – Utilização das massas musculares	66
TABELA 5 – Convenção para ponderação das melhorias	108
TABELA 6 – Etapas e perdas do processo de fabricação	108
TABELA 7 – Comparativo de tempos entre Método A e B	114

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Análise das funções.....	97
QUADRO 2 – Geração de idéias.....	99
QUADRO 3 - Análise das idéias geradas.....	101
QUADRO 4 - Seleção e avaliação de idéias	103
QUADRO 5 - Solução recomendada e resultado	105
QUADRO 6 - Resumo.....	106

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Distribuição dos setores na fabricação de calçados.....	23
FIGURA 2 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	36
FIGURA 3 – Estrutura da produção – processos e operações.....	37
FIGURA 4 – Simbologia dos fenômenos do processo.....	39
FIGURA 5 – Estrutura das operações	40
FIGURA 6 – Exemplo de Fluxograma de Processo.....	42
FIGURA 7 – Compreendendo a função manufatura.....	45
FIGURA 8 – Seqüência de processos para a fabricação de gabinete metálico	49
FIGURA 9 –Modelo de folha para Fluxograma de Processo.....	59
FIGURA 10 – Fluxograma do Estudo do Trabalho	63
FIGURA 11 – Campo de visão ideal para o posto de trabalho	65
FIGURA 12 – Movimentação em um posto de trabalho.....	67
FIGURA 13 – Gráfico Homem-Máquina.....	68
FIGURA 14 – Exemplo de folha para realização de cronometragem (lado A)	71
FIGURA 15 – Exemplo de folha para realização de cronometragem (lado B).....	72
FIGURA 16 – Gráfico do Rendimento Médio Diário.....	73
FIGURA 17 – Classificação dos dispositivos à prova de falhas (<i>Poka-Yoke</i>).....	79
FIGURA 18 – Representação gráfica do estudo de caso.....	85
FIGURA 19 – Macro fluxo da empresa analisada	88
FIGURA 20 - Macro fluxo de uma linha de fabricação de calçados	89
FIGURA 21 - Linhas de fabricação de calçados da empresa analisada	90
FIGURA 22 – Operação antes da análise – Método A.....	111
FIGURA 23 – Operação após melhoria – Método B	112
FIGURA 24 – Sensor magnético implantado na máquina de corte automático.....	120
FIGURA 25 – Exemplo de peça falhada enviada para a linha de fabricação analisada.....	120
FIGURA 26 – Diferença entre alturas de navalhas de corte utilizadas	121
FIGURA 27 – Local de posicionamento do gabarito com a navalha.....	122

FIGURA 28 – Esquema do dispositivo <i>Poka-Yoke</i> da máquina de corte automático.....	123
FIGURA 29 – Solado e saliência (<i>Poka-Yoke</i>) para evitar a colagem no caso do esquecimento da operação de aplicação do halogenante.....	124
FIGURA 30 – Localização das etapas do processamento na linha de fabricação.....	125
FIGURA 31 – Máquina de carimbar palmilha interna.....	127
FIGURA 32 – Palmilha interna.....	127

RESUMO

O objeto de estudo desta dissertação é a aplicação de conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) na melhoria de um processo de fabricação de calçados. Utilizando como base o princípio do não-custo e do Mecanismo da Função Produção (MFP), e as Sete Classes de Perdas do Sistema Toyota de Produção, além de algumas de suas técnicas, pretende-se realizar uma análise envolvendo i) um modelo de calçados, ii) uma linha de produção, e iii) uma das operações que fazem parte dessa linha de produção de calçados. Nos três casos o objetivo é identificar as perdas e, posteriormente, sugerir melhorias para eliminá-las e/ou reduzi-las. Tal análise se dá em três momentos: primeiramente, utiliza-se a Análise do Valor objetivando reduzir o custo dos componentes do produto (calçado) em fabricação. Em um segundo momento, um Fluxograma de Processo é utilizado para mapear o processo e, através da análise da transformação da matéria-prima em produto acabado, são identificadas perdas e sugeridas alternativas para eliminá-las ou reduzi-las. Finalmente, através das técnicas de Estudo do Trabalho (Estudo de Método e Medida do Trabalho – cronometragem), analisa-se uma das operações que fazem parte desse processo produtivo. Por sua importante ligação com a melhoria da qualidade, especificamente no que se refere a eliminar ou reduzir a classe de perda denominada como “Perdas por Fabricação de Produtos Defeituosos”, dispositivos Poka-Yoke também são abordados e aplicados nesta dissertação.

ABSTRACT

In this thesis Toyota Production System (TPS) concepts are applied to improve the production process in a shoe manufacturing line. Using the Non-Cost logics, the Production Function Mechanism (PFM), and Loss analysis as proposed in the Toyota Production System, are analyzed i) a particular shoe style chosen among the several manufactured by the company, ii) a production line, and iii) an operation in this shoe production line. The objective is to identify losses and suggest improvements to eliminate or reduce them. The analysis is accomplished in three steps. First a Value Analysis is used to reduce component and production costs. In a second moment, a Process Diagram is used to map the process; analyzing the transformation of raw material into finished products, the losses are identified and alternatives to reduce or eliminate them suggested. Finally, using Work Method and Measure Studies (Chronometrics), one of the operations in the production process is analyzed. Due to its important link with quality improvement, specifically in eliminating or reducing the class of loss denominated “Losses associated with the manufacturing of defective products”, Poka-Yoke devices are also analyzed and applied in this dissertation.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nos últimos anos, inúmeras mudanças sociais, políticas, econômicas e tecnológicas vêm ocorrendo, tornando necessárias significativas modificações nos setores produtivos. Objetivando adaptar-se a essas mudanças e continuar com atuação eficaz no atual processo de globalização dos mercados, esses setores percebem cada vez mais a necessidade de aumentar seu grau de competitividade.

Os países desenvolvidos e, provavelmente, o mundo inteiro enfrentarão longos anos de profundas mudanças. Tais mudanças não serão primordialmente econômicas ou tecnológicas. Serão mudanças em demografia, política, sociedade, filosofia e, acima de tudo, na visão de mundo. É inútil tentar ignorar essas mudanças, pois elas estabelecem cenários futuros que devem ser considerados e administrados (Drucker, 1999).

Para que as empresas possam sobreviver dentro deste novo contexto de mudanças constantes, é necessário desenvolver produtos melhores, mais baratos, mais seguros, de entrega mais rápida e de manutenção mais fácil que os da concorrência. Para produzir esses produtos são necessários processos melhores, mais fáceis, com menos perdas, mais baratos, mais rápidos e mais seguros do que os dos concorrentes. Esse processo de inovação contínua tem como referência o cliente e a concorrência e se constitui na garantia da própria sobrevivência da empresa. Existe pouca probabilidade de sobreviver ou prosperar se não existir a constante preocupação com a redução dos custos (Campos, 1992).

1.2 O TEMA E SUA IMPORTÂNCIA

O tema principal desta dissertação é a melhoria de um processo produtivo através da utilização de conceitos do Sistema Toyota de Produção. Para a aplicação desses conceitos foi

escolhida a indústria calçadista, por se tratar de uma indústria caracterizada pelo baixo aproveitamento de seus recursos, gerando um alto percentual de perdas e conseqüentemente um alto custo.

O momento atual em que se encontra a indústria calçadista não é muito favorável. Além do problema relativo à baixa utilização dos recursos disponíveis, fatores como, por exemplo, a variação do câmbio, a intensificação da concorrência internacional, a redução do poder aquisitivo global e o aumento da variedade de modelos de calçado em fabricação, estão fazendo com que haja uma redução do tamanho médio dos pedidos. Em conseqüência disso, os custos gerados pelas perdas na produção, que antes não eram percebidos e acabavam sendo diluídos em grandes pedidos de um mesmo produto, passaram a ser significativos. Tais perdas, no atual contexto em que a indústria calçadista se encontra, precisam ser identificadas e rapidamente eliminadas ou reduzidas, objetivando adaptar a indústria às atuais necessidades do mercado (Geib, 1989; Wilk, 1993; Revista Tecnicouro, 1998; Vecchio, 2000; Piccinini & Antunes, 2000).

O quadro desfavorável, decorrente da baixa utilização de recursos na indústria calçadista, já vem ocorrendo há mais tempo. Isso ficou evidenciado em 1994, quando o setor coureiro-calçadista enfrentou uma grave crise, com o fechamento de várias empresas. Na verdade, o desperdício de mão-de-obra, matéria-prima, tempo, equipamento, energia e até de talentos sempre esteve presente neste setor. Os motivos da baixa utilização dos recursos apontam para a presença de uma cultura familiar em que as decisões são centralizadas e o despreparo dos executivos (Geib, 1989; Wilk, 1993; Revista Tecnicouro, 1998; Vecchio, 2000).

A necessidade de melhorar a eficiência nos processos operacionais tem incentivado (ou forçado) algumas empresas, principalmente as de grande porte, a procurarem soluções. Esse esforço, na grande maioria das vezes, não tem sido traduzido em um estudo aprofundado; trata-se de um esforço predominantemente desordenado. Na maioria dos casos, são abandonados formas de organização e antigos sistemas, sem a realização de uma avaliação global das vantagens e desvantagens dos antigos e dos novos modelos de produção (Piccinini, 1992).

As tendências apontam para uma intensificação da concorrência na faixa de preços e qualidade do calçado brasileiro, com países europeus estimulando suas indústrias a reduzirem custos, por um lado, e, por outro, a China melhorando a qualidade de seus calçados sem aumento

significativo de custos. Isso, por si só, já deveria evidenciar a necessidade urgente da realização de trabalhos direcionados à redução de perdas (Fensterseifer, 1995; Teixeira, 2000).

Existem diversas ferramentas e metodologias que objetivam reduzir custos através de melhoria da qualidade e melhor utilização dos recursos produtivos. O presente estudo, conforme já foi citado, propõe a utilização de alguns dos conceitos do STP. Trata-se, em sua maioria, de conceitos de sucesso já comprovado e que podem trazer benefícios significativos para as empresas preocupadas em sobreviver diante deste panorama em que se encontra a indústria calçadista brasileira (Monden, 1983; Sellito, 2000; Teixeira, 1991; Womack *et al.*, 1998).

Os conceitos do STP relacionados com o princípio do não-custo, o Mecanismo da Função Produção, a Análise do Valor, Análise do Processo, Análise das Operações, e as Sete Classes de Perdas, foram escolhidos pela necessidade crescente de identificar os desperdícios presentes no processo de fabricação de calçados. Acredita-se que, ao apresentar uma revisão bibliográfica sobre o assunto e exemplos práticos do uso desses conceitos em um processo de produção de calçados, o presente trabalho estará contribuindo com informações que poderão servir como base para que executivos da indústria calçadista analisem a viabilidade da aplicação desses conceitos em suas plantas industriais, tornando-as mais eficientes no que diz respeito à melhor utilização dos recursos.

Conceitos e utilização de *Poka-Yokes* (dispositivos autônomos de controle da qualidade) serão assuntos abordados neste trabalho devido à sua ligação direta com o Controle de Qualidade Zero Defeito (CQZD). Dispositivos que possibilitem a inspeção 100% evitando a fabricação de produtos defeituosos, tornam-se importantes no atual contexto, onde países, grandes produtores de calçados, antes conhecidos pela baixa qualidade do produto que fabricavam, encontram-se em condições de competir com a indústria calçadista brasileira (Teixeira, 2000).

1.3 OBJETIVOS DO ESTUDO

Esta dissertação tem como objetivo principal implementar conceitos do Sistema Toyota de Produção objetivando melhorar um processo de fabricação de calçados.

Os objetivos específicos do estudo são:

- revisar a literatura sobre o Sistema Toyota de Produção (STP), especialmente as Sete Classes de Perdas e os dispositivos *Poka-Yoke*;
- utilizar a lógica do Mecanismo da Função Produção (MFP) para realizar a Análise do Processo, tendo em vista, primeiramente, o produto através da Análise do Valor e, em um segundo momento, o processo em si através do Fluxograma do Processo;
- analisar e melhorar, segundo a lógica do MFP, uma das operações do processo de fabricação de calçados estudado através da utilização de técnicas relativas ao Estudo do Trabalho;
- identificar, eliminar e/ou reduzir as perdas do processo e da operação analisada, segundo as Sete Classes de Perdas do STP;
- reportar a utilização prática de dispositivos *Poka-Yoke*, objetivando mostrar a viabilidade do uso desses dispositivos na indústria calçadista.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

O caso prático apresentado nesta dissertação caracteriza-se por uma grande interação com o processo de fabricação de calçados da empresa onde é realizado o estudo de caso. Através da constatação das demandas da empresa em termos de melhoria, centradas na redução de custos produtivos, é proposta a aplicação de conceitos do STP. Os passos seguidos no desenvolvimento do trabalho caracterizam a presente pesquisa como uma aplicação do método da “pesquisa-ação”.

A pesquisa-ação caracteriza-se por ser uma pesquisa de base empírica, desenvolvida com o objetivo de resolver problemas coletivos, nos quais pesquisadores e participantes ou entrevistados trabalham de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 1998). Nela, o pesquisador desempenha um papel ativo na identificação e análise dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações encadeadas para resolução de problemas (Vergara, 2000).

O objetivo da pesquisa-ação é integrar a observação e a ação. Para que isso seja alcançado, é necessária uma cumplicidade entre o pesquisador e a equipe de trabalho objetivando a busca de soluções para os problemas observados. Na pesquisa-ação, o pesquisador não se aterá só a verificar se existe um modo melhor de realizar o trabalho, mas também de operacionalizar essa expectativa (Souto, 2000).

A condução de uma pesquisa-ação demanda a realização das seguintes etapas: 1) Etapa Exploratória; 2) Etapa Principal; 3) Etapa de Ação; e 4) Etapa de Avaliação (Souto, 2000; Thiollent, 1998). As etapas são brevemente introduzidas na seqüência.

1. Etapa Exploratória: caracteriza-se pela busca de informações relativas ao assunto, além do contato inicial entre o pesquisador e alguns membros da organização onde a pesquisa é realizada, objetivando a detecção de problemas e possibilidades de ação.
2. Etapa Principal: nessa fase são utilizadas ferramentas objetivando coletar informações e medir resultados encontrados com o método atualmente em uso. Esses dados são discutidos entre o grupo participante. Nessa fase também é estudado mais detalhadamente o método de aplicação das técnicas que serão utilizadas.
3. Etapa de Ação: esta fase é caracterizada pela operacionalização das idéias desenvolvidas. É nessa fase que as ações objetivando melhoria passam da teoria para a prática.
4. Etapa de Avaliação: tem por objetivo avaliar o conhecimento adquirido no decorrer das etapas anteriores, com a finalidade de resgatar o máximo de conhecimento produzido no decorrer do processo.

As contribuições para o aumento de conhecimento e desenvolvimento de teorias são passíveis de ocorrer em todas as etapas da pesquisa-ação (Souto, 2000).

Utilizando como base os critérios sugeridos por Vergara (2000), que estabelece diferentes tipos de pesquisa quanto aos fins e quanto aos meios, pode-se dizer que este trabalho se enquadra também dentro dos seguintes tipos: Pesquisa Aplicada e Intervencionista (quanto aos fins) e Estudo de Caso (quanto aos meios) utilizados.

A Pesquisa Aplicada é fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos. Tem finalidade prática. A Pesquisa Intervencionista tem como principal objetivo interpor-se na realidade estudada para modificá-la. O Estudo de Caso é realizado em uma ou poucas unidades, envolve um estudo profundo e exaustivo de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

1.5 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

As delimitações presentes neste trabalho serão brevemente relatadas a seguir:

- na revisão bibliográfica, o STP não é analisado de forma ampla e completa, apenas os conceitos básicos e os escolhidos para a aplicação prática são abordados. Conceitos relacionados à Atividade de Pequenos Grupos (APGs), Troca Rápida de Ferramenta (TRF), Operação Padrão, 5S's, Manutenção Produtiva Total (TPM), Sincronização da Produção, flexibilidade da mão-de-obra (Shojinka) e redução de *lead-time* e *set up* não são revisados;
- o estudo foi realizado na área de produção de uma indústria de calçados, não podendo ser generalizado, imediatamente, para outras empresas calçadistas pelo fato de existirem características próprias a cada uma delas;
- no estudo de caso não são analisadas todas as perdas de produção da empresa, mas apenas as que ocorrem em uma de suas várias linhas de fabricação;
- somente uma das diversas operações que fazem parte do processo produtivo é analisada;
- as perdas identificadas na análise do processo e na análise da operação não são mensuradas monetariamente. A sistemática utilizada se resume na identificação e implementação de sugestões de melhorias;
- não são abordados, neste trabalho, fatores importantes que também influenciam no processo de aplicação do Sistema Toyota de Produção. Esses fatores são: o ambiente sócio-cultural, o ambiente empresário-governamental, o ambiente concorrencial e o ambiente organizacional.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho de dissertação apresenta cinco capítulos descritos a seguir:

O Capítulo Introdutório apresenta informações relevantes para a compreensão do trabalho. São apresentados as considerações iniciais, o tema e sua importância, os objetivos, o método de pesquisa empregado na realização do trabalho, as delimitações e a estrutura da dissertação.

O Capítulo 2 apresenta um referencial teórico com informações gerais sobre a indústria calçadista brasileira. Nesse capítulo apresentam-se a importância desse tipo de indústria para a economia e um breve resumo de sua estrutura, contendo informações sobre cada etapa do seu processo produtivo. As informações sobre o processo produtivo tornam-se necessárias à medida que o estudo de caso apresentado neste trabalho trata justamente de análises e melhorias realizadas nesse processo.

No Capítulo 3 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre o Sistema Toyota de Produção (STP). São discutidos as origens desse sistema, seus princípios (Mecanismo da Função Produção – MFP, o não-custo e a análise das perdas nos sistemas produtivos) e os dois pilares que o sustentam (JIT e Autonomia). Nesse capítulo, devido à relevância do que se refere à análise do produto, do processo e da operação, realizada no estudo de caso, também são abordados assuntos como: as Sete Classes de Perdas, Análise do Valor, Análise do Processo através do Fluxograma do Processo, Análise das Operações através de técnicas relativas ao Estudo do Trabalho, os Cinco Porquês e os dispositivos *Poka-Yoke*.

No Capítulo 4 são apresentadas informações sobre o estudo de caso desenvolvido em um processo de fabricação de calçados. Nesse capítulo são descritos os passos realizados na aplicação de alguns conceitos do Sistema Toyota de Produção objetivando a melhoria do processo produtivo. A prática da Análise do Processo com o foco no produto, Análise do Processo com o foco no processo em si, Análise da Operação, identificação das Sete Classes de Perdas e implementação de dispositivos *Poka-Yoke*, é relatada nesse capítulo.

O Capítulo 5 traz conclusões e considerações finais, contendo também sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A INDÚSTRIA DE CALÇADOS NO BRASIL

2.1 O CENÁRIO DA INDÚSTRIA CALÇADISTA BRASILEIRA

O Brasil é um país de destaque no cenário mundial de fabricação de calçados. Todavia, entre os países produtores, é incontestável a supremacia da China, que vem fazendo forte concorrência ao Brasil na fabricação de calçados de baixo custo e, conseqüentemente, baixo preço (Antunes *et al.*, 2000).

As tendências no mercado calçadista apontam para uma intensificação da concorrência na faixa de preço e qualidade do calçado brasileiro (Fensterseifer, 1995). A indústria de calçados brasileira já se equipara à italiana em qualidade e rapidez de entrega, superando a concorrente em pontualidade e flexibilidade para atender a grandes encomendas. O Brasil não é competitivo na questão do preço, razão principal de os compradores recorrerem à China e à Índia. A China, além do baixo preço, está sendo reconhecida pela qualidade e pontualidade na entrega dos pedidos (Teixeira, 2000).

Quanto às perspectivas futuras, uma pesquisa envolvendo compradores de calçados de várias partes do mundo realizada pelos pesquisadores Hubert Schimitz e Peter Knorringa, da Universidade de Sussex (Inglaterra), mostra que, a não ser os compradores do Reino Unido, que esperam aprimorar suas experiências de negociar com a Índia, a maioria dos compradores entrevistados tem como tarefa urgente “melhorar a qualidade e a entrega do produto”, e, para isso, devem comprar menos da Índia nos próximos cinco anos, razão que se justifica pelo fato de os fabricantes deste país ainda possuírem problemas em relação a esses dois quesitos. Não surgiram, nessa pesquisa, claras esperanças em relação ao Brasil, que se equilibra em qualidade e pontualidade com a China, embora perca no requisito preço (Teixeira, 2000).

Nos últimos anos, países que eram grandes produtores de calçados diminuíram sua participação no mercado, e países antes inexpressivos assumiram a liderança no setor, o que

caracteriza grandes mudanças em relação a esse mercado (Antunes *et al.*, 2000). Percebe-se uma preocupação da indústria brasileira em aumentar a participação em um mercado cujo calçado possui maior valor agregado. Porém, isso não isenta a indústria calçadista de utilizar melhor seus recursos objetivando reduzir custos (Abicalçados, 2001).

2.2 A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA CALÇADISTA PARA A ECONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL

O Rio Grande do Sul ocupa uma importante posição no setor calçadista brasileiro, sendo responsável por 40% da produção total nacional, por 85% dos calçados de couro exportados pelo Brasil e por 137.000 empregos diretos. A indústria calçadista do Rio Grande do Sul gera em torno de 28% dos empregos do setor industrial do estado e mais de 3% dos empregos disponíveis no mercado de trabalho, o que dá a dimensão de sua importância sócio-econômica (Vecchio, 2000).

As exportações de calçados do Estado alcançaram as cifras de US\$ 1.365.255.828 em 1997, US\$ 1.163.192.273 em 1998, US\$ 1.112.452.381 no ano de 1999 e US\$ 630.565.334 no período de janeiro a junho de 2000. As exportações têm diferentes destinos: Estados Unidos, Reino Unido, Argentina, Canadá, Alemanha e outros mercados que absorvem a produção gaúcha (SEDAI/SECEX/DECEX, 2000).

2.3 O PROCESSO PRODUTIVO

No Brasil, como em qualquer outro país produtor de calçados, o número de setores que compõem uma planta de produção de calçados é estreitamente ligado ao tamanho da empresa. Tradicionalmente, o processo de fabricação de calçados apresenta uma disposição mais ou menos comum, baseada na divisão em setores - Figura 1 (Piccinini, 1992; Fensterseifer, 1995).

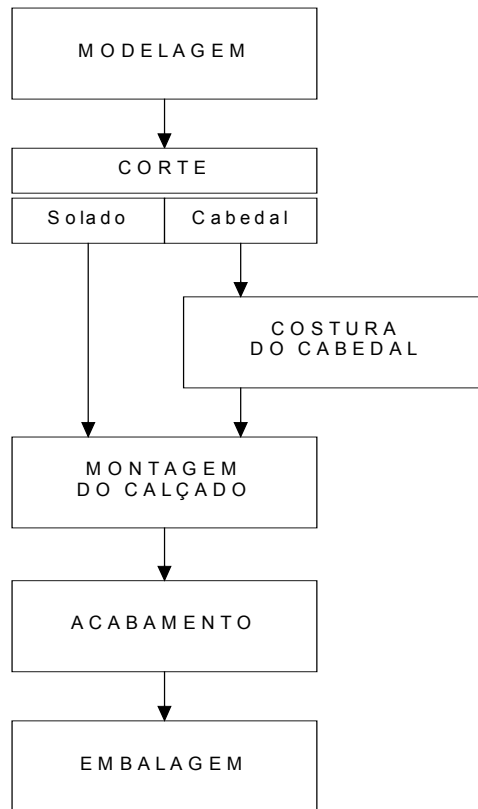


FIGURA 1 – Distribuição dos setores na fabricação de calçados

Fonte: Fensterseifer, 1995 p. 32

A distribuição dos setores na Figura 1 tem se mantido relativamente inalterada nas últimas décadas. A fabricação de calçados é realizada de forma descontínua, onde o fluxo de produção ocorre através de estágios distintos: modelagem, corte, pesponto (costura), montagem e acabamento. Ao contrário dos chamados processos contínuos de produção, onde o manuseio do objeto produzido é restrito, o de calçados é intensivo em mão-de-obra (Costa, 1993).

A utilização intensiva de mão-de-obra na indústria calçadista conduz a uma preocupação em relação à polivalência e aos problemas causados por LER (Lesão por Esforço Repetitivo). Uma das alternativas utilizadas para reduzir os efeitos da LER é alternar os operadores entre as diferentes operações do processo. Essas operações devem ter movimentos de execução distintos umas das outras. Para o sistema ser eficaz, é necessário montar um cronograma, estabelecendo o tempo que cada operador permanecerá executando uma mesma operação. Quanto mais tempo o operador executar a operação, mais habilidade ele desenvolve, porém, maior a probabilidade de este operador ter problemas de LER. Portanto, é necessário saber qual é o momento ideal para realizar a troca (Diedrich & Costa, 1998).

2.3.1 O setor de modelagem

Este setor elabora os moldes e as diferentes peças que devem ser produzidas pelos diversos setores da produção (Piccinini, 1992). É nesta fase que o calçado é definido quanto a suas características físicas. Inicialmente determina-se o *design* (ou seja, seu estilo), a combinação de cores, os detalhes e o modelo de salto, entre outras características (Fensterseifer, 1995).

2.3.2 O setor de corte

Este setor é responsável pelo corte da matéria-prima que comporá o cabedal (parte que envolve o pé) e o solado do calçado. As informações sobre a qualidade e o sentido de elasticidade das peças a serem cortadas são definidas no setor de modelagem (Fensterseifer, 1995). A partir dos moldes elaborados pelo setor de modelagem, as diferentes peças que compõem o cabedal e o solado são cortadas com a ajuda de lâminas ou navalhas. O corte é feito, geralmente, de forma manual, utilizando facas e moldes de cartolina ou através de uma prensa hidráulica, chamada de balancim de corte, dirigida por um operador que deve, antes de cortar as peças, considerar o sentido das fibras, os defeitos do material, a variação de espessura etc.

Atualmente, o corte da matéria-prima pode ser feito a *laser* e a jato de água. Balancins de corte com CNC (Controle Numérico Computadorizado) também são utilizados. Alguns desses sistemas são equipados com dispositivos para a retirada do material já cortado. Para melhorar a etapa de corte do couro, foram desenvolvidos alguns sistemas para auxiliar no posicionamento do corte, objetivando um melhor aproveitamento do material, conforme descrito em Piccinini (1992).

2.3.3 O setor de pesponto (costura)

Neste setor, as partes do cabedal são unidas pela costura com a ajuda das máquinas. A atividade da costura é segmentada em subdivisões de acordo com as especialidades (chanfração, picotagem, dobra e colagem). O conjunto de máquinas utilizado não é homogêneo. Instrumentos manuais coexistem com instrumentos mecânicos, de marca, modelos e anos de fabricação diferentes. O setor comporta uma diversidade de atividades, desde a preparação até a costura (Piccinini, 1992).

As máquinas de costura com CNC (Controle Numérico Computadorizado) são destinadas principalmente à união de peças, mas já foram desenvolvidas máquinas que também estabelecem a largura do ponto, a espessura do material, o tempo de imobilização do material e a grossura do fio (Piccinini, 1992). O setor de costura é normalmente o gargalo da produção, principalmente quando existem operações com um ciclo muito grande. Nesse caso, essas operações são realizadas por terceiros e fora do fluxo normal de produção (Costa, 1993).

Já foram desenvolvidos dispositivos para alimentação do material, posicionamento da agulha, controle numérico de pontos e controle de velocidade da costura. Os programas podem ser registrados em disquetes para uso futuro. O carregamento e o descarregamento dos gabaritos que fixam as peças são, na maioria das vezes, automáticos (Piccinini, 1992).

2.3.4 O setor de pré-fabricado

Neste setor realiza-se a fabricação de solas, saltos e todas as peças complementares do calçado. Existem situações em que esses serviços são subcontratados. O corte é feito em máquinas de maior porte do que as utilizadas para o corte do couro. Essas máquinas são denominadas “balancins-ponte” e possibilitam cortar de uma só vez várias unidades de sola, salto e palmilha (Piccinini, 1992).

Neste setor é freqüente a utilização de máquinas bastante rudimentares, que exigem uma certa habilidade por parte do operador. São utilizadas esteiras transportadoras, ao lado das quais cada operador apanha o produto em elaboração e incorpora a ele o seu trabalho. Assim que termina a sua operação, o operador recoloca o produto na esteira que o transporta ao posto seguinte e assim por diante (Piccinini, 1992).

Já foi testado, nessas linhas de fabricação de pré-fabricado, mais especificamente na parte relativa à fabricação de solados, o arranjo físico do tipo “celular” em substituição ao arranjo físico do tipo “por produto ou linha”. No entanto, os resultados não foram suficientemente bons para que a troca para esse tipo de arranjo pudesse ser aceita pela direção da empresa onde o estudo foi realizado, pois, ficaram aquém dos valores já obtidos com a utilização do arranjo físico do tipo por produto ou linha nesta empresa (Diedrich, 1996).

A produção do solado ocorre de forma paralela ao corte e à costura do cabedal. Os materiais utilizados como matéria-prima para o solado podem ser resinas, borrachas, plásticos, madeira e couro (Fensterseifer, 1995).

2.3.5 O setor de montagem e acabamento

A etapa de montagem é constituída por um conjunto de operações que fixam o cabedal ao solado. O processo de montagem é, normalmente, realizado por homens, pois são utilizadas máquinas pesadas. Existem máquinas de montagem equipadas com microprocessadores para acelerar a regulagem das pinças que puxam o cabedal sobre a fôrma (molde de polietileno que objetiva dar formato ao calçado) e os dispositivos que depositam a cola ou as taxas para unir o cabedal à palmilha. Também existem equipamentos para a montagem do bico e das laterais do calçado de uma só vez (Piccinini, 1992).

Na etapa de acabamento, realizam-se operações como a escovação, a limpeza e a eliminação dos excessos, além da embalagem do calçado. É possível empregar, neste setor, trabalhadores menos qualificados, pois, contrariamente ao setor de corte, as atividades podem ser fragmentadas em uma divisão extremamente simplificada do trabalho (Costa, 1993).

2.4 FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DO ARRANJO FÍSICO

Tradicionalmente, utilizam-se dois tipos de arranjo físico na indústria calçadista: o arranjo físico por produto (ou linha de fabricação) e o arranjo celular. O primeiro se caracteriza pelo fato de os postos de trabalho serem instalados ao longo de uma esteira transportadora, cada um deles acrescentando uma operação ao produto que está em elaboração, o qual atravessa a esteira até o final da linha. O segundo tipo de arranjo, do tipo celular, caracteriza-se pelo fato de os trabalhadores partilharem e distribuírem entre si diversas operações, qualificadas ou não. No arranjo celular, as máquinas são dispostas em grupos e não em linha, como no primeiro caso (Krajewski e Ritzmann, 1999; Moreira, 1979).

Existe, ainda que raramente, um terceiro tipo de arranjo físico também utilizado na indústria de calçados conhecido como arranjo físico “por processo” ou funcional. Esse tipo de arranjo caracteriza-se pelo fato de as máquinas serem agrupadas de modo a realizar operações similares em produtos diferentes, em um mesmo local, ou seja, o material move-se através de

seções especializadas. Com esse tipo de arranjo físico, vários e diferentes modelos podem ser fabricados em setores especializados, como os de corte, chanfração, pesponto e montagem, sem que haja necessidade de modificar a posição dos equipamentos e das pessoas toda vez que um novo modelo necessite ser fabricado (Diedrich, 1996; Machline *et al.*, 1979).

CAPÍTULO 3

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Sistema Toyota de Produção (STP) pode ser considerado um marco no processo de evolução tecnológica, responsável, em parte, por um grande salto da indústria japonesa e, talvez, com potencial suficiente para lançar a economia mundial em uma nova fase de expansão (Coleman *et al.*, 1994; Ghinato, 1996; Sabatini, 2000; Strozniak, 2001).

De acordo com Sellito (2000), tão logo executivos de outras áreas tomam conhecimento do STP e seus princípios, surge a vontade de se fazer uma transposição para essa nova lógica. Existe, na verdade, um interesse muito grande em relação ao STP e seus resultados. Para conhecê-lo, é essencial o entendimento dos conceitos básicos do sistema e de suas implicações. Sem que isso aconteça, não serão obtidos resultados realmente eficazes na administração da produção baseada no STP (Shingo, 1996).

É necessário compreender que o Sistema Toyota de Produção não é apenas um apanhado de conceitos e técnicas: existe uma lógica por trás de tudo, que busca coerência e sinergia entre os elementos do sistema produtivo e que, se não for bem compreendida, não trará os resultados esperados (Sabatini, 2000; Ghinato, 1996). Mesmo existindo vários exemplos de sucesso da aplicação do STP em indústrias ocidentais, esse sistema foi criado em um ambiente completamente diferente do que pode ser encontrado na indústria brasileira. A instabilidade econômica e política, os baixos salários, o estilo de atuação dos sindicatos, o baixo nível de instrução, a falta de tradição e incentivos à pesquisa e a falta de preparo gerencial são, de acordo com Ghinato (1996), algumas peças do cenário brasileiro capazes de minar as mais bem intencionadas iniciativas de implantação do STP.

Nesse contexto, faz-se necessário um aprofundamento acerca de alguns conceitos do STP. Portanto, neste capítulo são revisados os conceitos relacionados aos dois pilares que sustentam o

STP (Just-in-time e Automação) e os princípios básicos desse sistema (Mecanismo da Função Produção, o não-custo e a eliminação das perdas nos sistemas produtivos). Também são revisados os conceitos que tratam da Análise do Processo, Análise das Operações, Sete Classes de Perdas e utilização de dispositivos *Poka-Yoke*.

3.2 INTRODUÇÃO AO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Em 1973, a crise do petróleo, seguida de uma grande recessão, afetou governos, empresas e sociedades no mundo inteiro. Em 1974, a economia japonesa havia caído para um nível zero de crescimento, e muitas empresas estavam enfrentando graves problemas. A *Toyota Motor Company Ltd.*, no entanto, mesmo com menores lucros em relação aos anteriormente obtidos, ainda despontava com ganhos maiores do que as demais empresas (Ohno, 1997).

Em função disso, a *Toyota* despontou no mercado mundial como sendo uma das principais montadoras de automóveis. Esse sucesso é proveniente do desenvolvimento e da implementação de um sistema de produção que levou não somente a *Toyota*, mas diversas outras empresas japonesas, a um período de grande crescimento econômico. Os princípios, conceitos e técnicas de manufatura que estavam por trás desse sistema tornaram-se conhecidos como Sistema Toyota de Produção – STP (Antunes, 1998).

O Sistema Toyota de Produção é um sistema de gerenciamento da produção que tem como objetivo principal aumentar o lucro através da constante redução de custos. Para que esse objetivo seja alcançado, é necessário identificar e eliminar as atividades que não agregam valor ao produto. Essas atividades são identificadas como “perdas” do processo produtivo (Ghinato, 1996).

De acordo com Ohno (1997), a concepção do Sistema Toyota de Produção teve início a partir do momento em que o Japão perdeu a guerra em 15 de agosto de 1945. Essa data marcou um novo começo para a *Toyota*. Naquela ocasião, o então presidente da *Toyota* estabeleceu o desafio de “alcançar os índices de desempenho da indústria norte-americana em um prazo de três anos”. A diferença, então, entre a produtividade japonesa e a americana era de um para nove. Tal diferença não era proveniente do esforço físico dos trabalhadores, o que indicava a possível existência de desperdícios a serem eliminados na indústria japonesa: essa foi a idéia que marcou o início do STP.

Portanto, a base do Sistema Toyota de Produção é a eliminação completa do desperdício. Além dessa base, dois pilares sustentam o STP, sendo essenciais para seu funcionamento: *i)* o *Just-in-time* (JIT) e *ii)* a Autonomia (JIDOKA), ou automação com um toque humano (Ghinato, 1996). Esses dois assuntos serão discutidos a seguir.

3.2.1 *Just-in-time* – JIT

A expressão *just-in-time* significa “no momento certo”, “oportuno”. Na operacionalização do sistema *Just-in-time*, as partes corretas e necessárias para a manufatura de um determinado produto devem alcançar a linha de fabricação no exato momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que trabalha integralmente dentro dessa lógica pode chegar a um estoque zero. Do ponto de vista da gestão da produção, isso pode ser considerado o estado ideal. No sistema convencional de produção, em função dos altos estoques de produtos prontos e em processamento, bem como de uma visão de produzir as partes sem a preocupação com o todo, a aplicação da lógica do JIT pode ser dificultada (Ohno, 1997).

Na lógica do JIT, deve-se olhar do fim do processo para o início e considerar somente o que as atividades finais do processo necessitam em termos de componentes. Dessa maneira, as atividades iniciais do processo somente produzirão aquilo que as atividades finais demandarem. Para que haja um perfeito funcionamento da lógica do *just-in-time*, é necessária uma comunicação eficaz entre o “final” e o “início” de cada processo. A técnica utilizada para que esse fluxo de comunicação aconteça entre os processos é o *kanban* (Ohno, 1997).

O *kanban* foi desenvolvido baseado no funcionamento dos supermercados norte-americanos. Em um supermercado, o cliente pode obter o que é necessário, no momento em que é necessário e na quantidade necessária. Em 1953, essa lógica foi aplicada em uma fábrica da *Toyota*, objetivando dar suporte ao sistema *just-in-time*. A forma mais freqüentemente utilizada é a de etiquetas com informações do tipo: *i)* o que é o produto, *ii)* o que deve ser feito, em quanto tempo e em que quantidade e *iii)* de onde e para onde o item deve ser transportado. O *kanban* carrega estas informações por toda a empresa e seus fornecedores (Lewis, 2001; Shingo, 1996; Ohno, 1997; Landry *et al.*, 1997).

De acordo com Ohno (1997), as funções do *kanban* são as seguintes:

- fornecer informações sobre o que apanhar e transportar;

- fornecer informações sobre a produção;
- impedir a produção além da quantidade necessária e o transporte desnecessário;
- servir como ordem de fabricação afixada às mercadorias;
- impedir produtos defeituosos através da identificação do processo que o produz;
- revelar problemas existentes e manter o controle do estoque.

A regras para a utilização do *kanban* são as seguintes (Ohno, 1997):

- o processo subsequente deve apanhar o número de itens indicados pelo cartão *kanban* no processo anterior;
- o processo inicial deve produzir itens na quantidade e na seqüência indicada pelo *kanban*;
- nenhum item deve ser produzido ou transportado sem o *kanban*;
- produtos defeituosos não devem ser enviados para o processo seguinte;
- deve-se reduzir o número de *kanbans* para facilitar a visualização dos problemas.

O JIT pode ser visto como um dos meios para se alcançar o objetivo final do STP, ou seja, o aumento do lucro através da eliminação das perdas (Ghinato, 1996).

3.2.2 Automação - JIDOKA

A revolução industrial na Inglaterra marcou, em 1778, o início de muitas inovações no sistema de produção. A raiz dessa revolução está contida no conceito de divisão do trabalho e especialização do trabalhador. As tarefas tornam-se mais simples e mecânicas através da divisão do trabalho. Essa tendência, combinada com a introdução de várias formas de energia, acabou levando à mecanização das operações. Mesmo nos dias atuais, quando se observam áreas de produção que trabalham sem a utilização dos conceitos do STP, poderá ser observado que, apesar de funcionarem automaticamente, as máquinas não trabalham sem a constante observação do operador. Esse fato acontece porque, mesmo tendo sido mecanizadas as funções de força e de ação da mão humana, negligenciou-se a inteligência necessária para detectar situações de anormalidade (Shingo, 1996).

No Japão, a automação é conhecida pela palavra “Jidoka” que significa automação. As expressões “*Ninben no tsuida jidoka*” ou “*Ninben no aru jidoka*” expressam o significado do conceito: na automação, a máquina é dotada de inteligência humana. A automação também

é conhecida como “pré-automação”, uma vez que somente a correção do problema é deixada para o operador (Ghinato, 1996).

Outra expressão utilizada para definir automação é “automação com um toque humano”. Atualmente muitas máquinas passam a funcionar sozinhas a partir do momento em que são ligadas. Essas máquinas possuem capacidade tal de desempenho que a queda de um pequeno fragmento em seu interior pode danificá-las, fazendo com que várias peças sejam fabricadas com defeito até se perceber o problema. Não existe, nessas máquinas, qualquer sistema de conferência automática que possa sanar tais problemas. Em função disso, no STP é dada ênfase à automação, ou seja, a máquinas onde possa ser evitada a ocorrência de tais problemas “autonomamente”. Essa idéia surgiu com a invenção da máquina de tecer auto-ativada por *Sakichi Toyoda*, fundador da *Toyota Motor Company Ltd.*(Ohno, 1997).

A automação separa os trabalhadores das máquinas através do uso de sofisticados mecanismos criados para detectar anormalidades de produção. Muitas das máquinas usadas pela *Toyota* têm essa capacidade. Essa separação tem sido historicamente implementada sempre que possível. Desde o fim dos anos 40, os trabalhadores da *Toyota* não são vinculados a uma única máquina, sendo responsáveis por cinco ou mais. Esses operadores alimentam uma máquina, enquanto as outras trabalham automaticamente (Shingo, 1996).

Segundo Ghinato (1996), a automação é um estágio anterior à automação plena (automatização), pois a detecção de anormalidade é função da máquina, enquanto que a correção dessa anormalidade é atribuída ao operador. A automação plena se caracteriza pela: *i*) execução e transformação das entradas (*inputs*) em saídas (*outputs*); *ii*) operação da máquina na velocidade desejada e estabelecida; *iii*) alimentação do processo com matéria-prima e remoção do resultado (produto) após o processamento; *iv*) detecção e parada automática no caso da detecção de anormalidades; *v*) correção dessas anormalidades e, finalmente, volta à execução da operação normal.

Existem seis estágios desde a operação realizada manualmente até a automação. Esses estágios são citados a seguir (Shingo, 1996; Ghinato, 1996):

- Estágio 1 – Trabalho manual. Neste estágio, as formas e acabamentos dos produtos são dados de maneira manual pelo operador;

- Estágio 2 – A alimentação é manual e o trabalho é realizado pela máquina. Nesta situação, os operadores alimentam a máquina com o material a ser processado e o retiram quando a operação estiver terminada. A máquina executa apenas o processamento;
- Estágio 3 – A alimentação e o processamento são automáticos. Nesta etapa, os trabalhadores possuem a função de alimentar e remover o material a ser processado. A máquina se encarrega de alimentar a ferramenta que será utilizada e de realizar o processamento. Nestes três primeiros estágios, o operador necessita detectar e corrigir anormalidades;
- Estágio 4 – Semi-automação. Este estágio se caracteriza pela alimentação e remoção automática. A máquina executa todas as operações, desde a fixação da peça até o processamento automaticamente. Nesta etapa, a detecção e correção de anormalidades também são funções do operador;
- Estágio 5 – Pré-automação. Todas as funções são realizadas automaticamente pela máquina, apenas as funções de correção são feitas pelo operador;
- Estágio 6 – Automação. Neste estágio todas as fases que antecedem e precedem o processamento são realizadas de forma automática. A detecção e correção de anormalidades também são realizadas de forma automática. Este é o estágio que se caracteriza pela completa automação.

A *Toyota* passou pelos seis estágios ao converter gradualmente as operações manuais em operações realizadas por máquina. Shingo (1996) relata que não foi uma tarefa fácil pois, mesmo no estágio três, que se caracteriza pela realização automática do abastecimento e processamento, foi difícil afastar o operador e deixar a máquina trabalhando sozinha. A idéia, a partir desse estágio, era fazer com que o trabalhador acompanhasse mais de uma máquina.

Na Tabela 1 pode ser visualizada a diferença que existe entre o STP e os demais sistemas. Nos sistemas convencionais, a automação (pré-automação ou automação com toque humano), aparece no quinto estágio, numa posição coerente com a lógica da evolução da relação homem/máquina. No STP, o conceito de automação já é aplicado a partir do terceiro estágio (Ghinato, 1996).

TABELA 1 – Separação entre homem e máquina

Tipo		Atividades Manuais				Atividades Mentais			
		Operações Principais				Folgas			
		Operações Essenciais		Operações Auxiliares		Outros Sistemas		Sistema Toyota Produção	
		Proces- samento	Alimentação	Fixação/ Remoção	Acionamento Máquina	Detecção Anomalia	Solução	Detecção Anomalia	Solução
Estágio									
1	Operação manual	Homem	Homem	Homem	Homem	Homem	Homem	Homem	Homem
2	Alimentação manual e processamento automático	Máquina	Homem	Homem	Homem	Homem	Homem	Homem	Homem
3	Alimentação e processamento automático	Máquina	Máquina	Homem	Homem	Homem	Homem	Máquina pára automaticamente (operador multifuncional)	Homem
4	Semi-automação	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Homem	Homem	Máquina (operador multifuncional)	Homem
5	Pré-automação	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Homem	Máquina (automação com toque humano)	Homem
6	Automação total	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina	Máquina

Fonte: Ghinato, 1996 p. 87

3.2.3 Elementos que constituem o Sistema Toyota de Produção

Entre as décadas 40 e 70, a *Toyota Motor Company Ltd.* desenvolveu e instituiu uma série de procedimentos e sistemas para implementar o *just-in-time* e a autonomia. Através da Figura 2, é possível visualizar os elementos que constituem o STP, juntamente com os seus dois pilares de sustentação, o *just-in-time* e a autonomia. Esses elementos podem ser estruturados da seguinte forma (Antunes, 1998; Ghinato, 1994):

- a) princípios básicos de construção do STP: mecanismo da função produção (MFP), princípio do não-custo e perdas nos sistemas produtivos.
- b) subsistema de qualidade de gestão: controle de qualidade total (TQC - *Total Quality Control*) e atividade de pequenos grupos (APGs).
- c) subsistema de pré-requisitos básicos de engenharia de produção: troca rápida de ferramenta (TRF), operação padrão e *layout*.
- d) subsistema de defeito zero dos produtos: autonomia e controle de qualidade zero defeitos (CQZD) com inspeção na fonte e utilização de *Poka-Yokes*.
- e) subsistema de quebra zero de máquinas: 5S's e manutenção produtiva total (TPM - *Total Productive Maintenance*).
- f) subsistema de sincronização e de melhorias contínuas: *kanban*.
- g) subsistemas de indicadores: produtividade econômica (relação entre o faturamento e os custos globais).

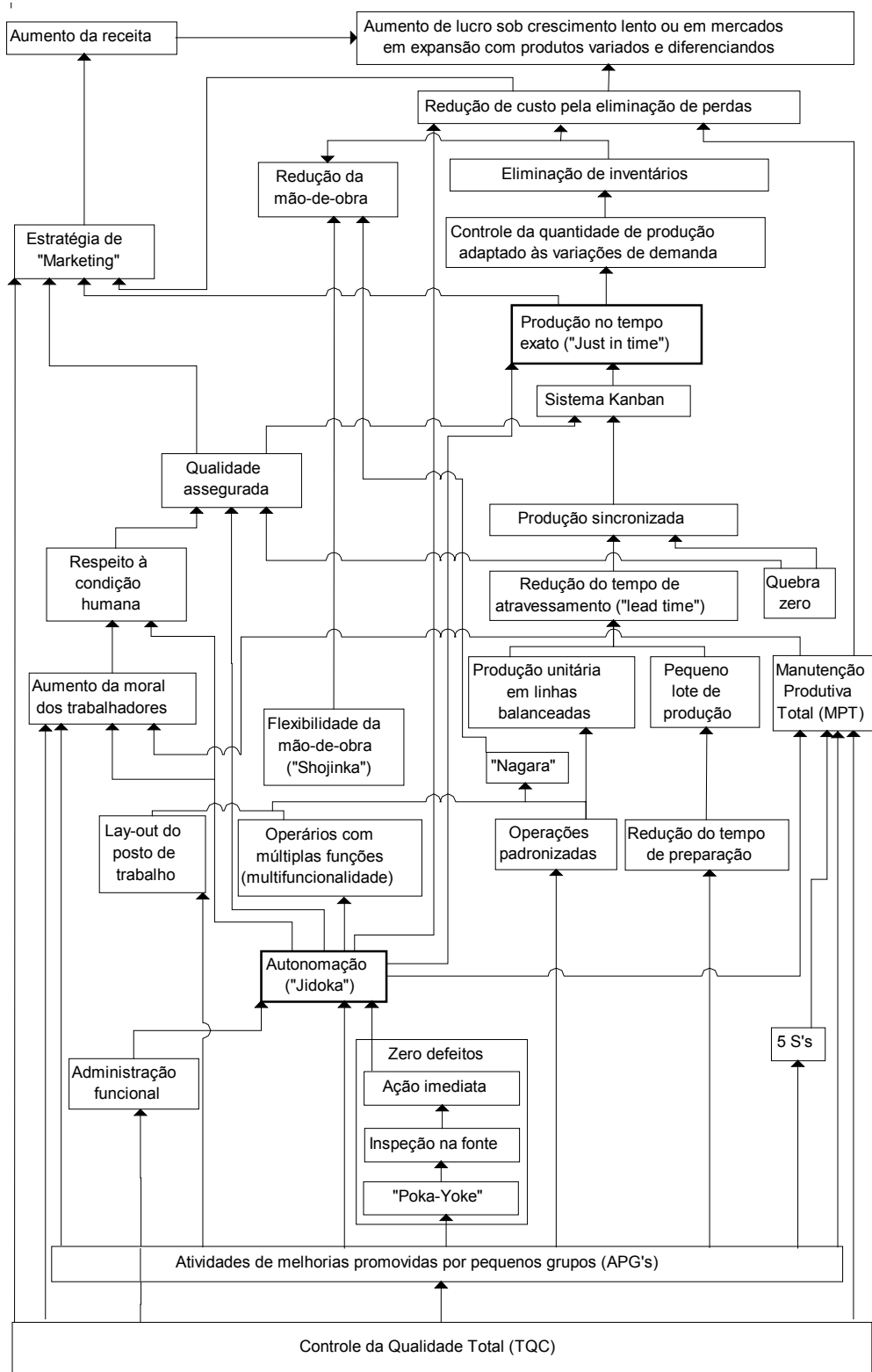


FIGURA 2 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção

Fonte: Ghinato, 1996 p. 132

3.3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE CONSTRUÇÃO DO STP

O STP é composto, além dos seus dois pilares de sustentação, *just-in-time* e automação, de uma base, cuja compreensão e utilização é muito importante para seu eficaz funcionamento (Falcão, 2001). Os 3 princípios básicos de construção do STP: *i*) mecanismo da função produção (MFP); *ii*) princípio do não-custo e *iii*) análise das perdas nos sistemas produtivos são revisados a seguir.

3.3.1 Mecanismo da Função Produção – MFP

Para alcançar as vantagens proporcionadas pelo Sistema Toyota de Produção, é necessário que se entenda a função da produção como um todo. Toda produção que é executada, tanto na fábrica como no escritório, deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Dessa forma, para maximizar a eficiência da produção, deve-se analisar e melhorar o processo antes de melhorar as operações. Através desse procedimento, não haverá possibilidade de investimentos objetivando a melhoria de uma operação que, por exemplo, faz parte de um processo que não é necessário e poderia ser eliminado da produção (Shingo, 1996). A Figura 3 representa a maneira correta de visualizar e entender a produção.

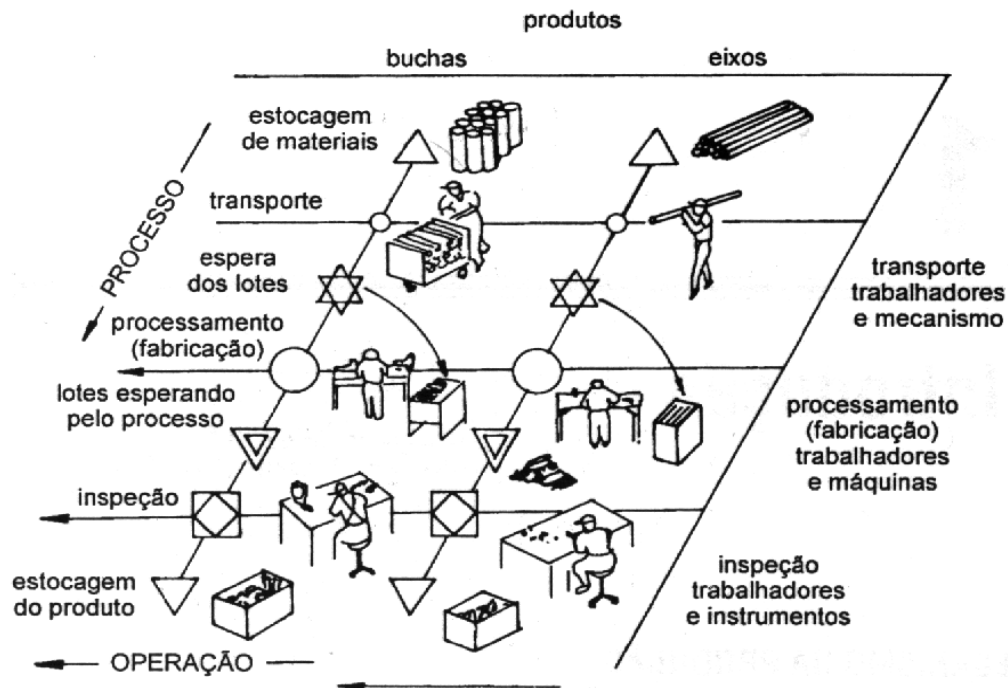


FIGURA 3 – Estrutura da produção – processos e operações

Fonte: Shingo, 1996 p. 38

Para uma compreensão correta da lógica do Mecanismo da Função Produção (MFP), é necessário conceituar os termos processo e operação. Processo é o fluxo dos materiais no tempo e no espaço e a transformação da matéria-prima em componente semi-acabado e, finalmente, em produto acabado. Uma operação se caracteriza como sendo o trabalho realizado para efetivar a transformação da matéria-prima em produto acabado (Shingo, 1996).

De outra forma, o processo pode ser definido como o fluxo de materiais de um trabalhador para outro; já as operações são as ações realizadas por esses trabalhadores sobre esses materiais (Ghinato, 1996).

Dentro da ótica de processo sendo visto como fluxo de transformação de matéria-prima em produtos semi-acabados e acabados, cinco elementos distintos são identificados. A definição desses elementos ou fenômenos pode ser genericamente descrita conforme segue (Shingo, 2000):

- processamento – caracteriza-se pela mudança na forma e nas propriedades do produto. Por exemplo, montagem e desmontagem de um equipamento;
- inspeção – é a comparação do que é produzido com o previsto (padrão);
- transporte – é a mudança de posição de um item, ou seja, o movimento de materiais e produtos de um ponto para outro;
- espera – é o período de tempo em que não ocorre nenhum dos três primeiros fenômenos.

Shingo (1996) cita quatro tipos de esperas:

- espera do processo, que acontece quando um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado;
- espera do lote, que acontece durante as operações de um lote, ou seja, enquanto uma peça é processada e outras se encontram esperando. Esse mesmo processo em que as peças esperam para serem processadas ou pelo restante do lote também acontece nos fenômenos de inspeção e transporte;
- estocagem de matéria-prima;
- estocagem de produtos.

Através da análise dos processos e operações, é possível verificar a existência de cada um dos fenômenos que compõem o processo, sendo que somente o processamento em si é que agrega valor ao produto (Ghinato, 1996).

Shingo (1996) propõe a utilização de símbolos (Figura 4) como forma de representar os fenômenos do processo. A utilização dessa simbologia facilita a análise gráfica do processo.



FIGURA 4 – Simbologia dos fenômenos do processo

Fonte: Shingo, 1996 p. 39

O Mecanismo da Função Produção (MFP) permite que a produção seja analisada como uma combinação dos fluxos de materiais (objeto de produção) e dos fluxos de pessoas, equipamentos e dispositivos (sujeitos de produção) observados ao longo do tempo e do espaço. Na Figura 3, os pontos correspondentes às interseções entre os eixos Y (processos) e os eixos X (operações) representam o encontro desses dois fluxos (Shingo, 1996).

Nos pontos da rede onde não existe interseção entre processos e operações, provavelmente está ocorrendo algum fenômeno como o lote estar esperando para ser processado (segundo o ponto de vista do processo) por uma determinada máquina, enquanto os operadores trabalham na preparação dessa máquina para o processamento (segundo o ponto de vista da operação) (Ghinato, 1996). Dessa forma, a produção é otimizada ao se eliminarem os espaços existentes entre os pontos de interseção, ou seja, a melhoria da produção pode ser vista como o enxugamento da estrutura (rede), através da eliminação de atividades que não agregam valor ao produto, como é o caso do transporte, da inspeção e da armazenagem (Ghinato, 1996).

Dentro do MFP, cada operação possui uma estrutura interna composta de duas fases. A primeira pode ser analisada como sendo a fase de “preparação e ajustes”, realizada uma vez no

início e no final da operação e a segunda, como sendo a “operação principal”, que é a própria execução do processamento. A operação principal se distribui nas seguintes categorias: operações essenciais, operações auxiliares e folgas marginais. A primeira categoria diz respeito ao processamento do material, a segunda se resume na alimentação e remoção das peças das máquinas e, finalmente, as folgas marginais são ações que ocorrem de forma irregular (por exemplo, descansar, tomar água, limpar máquina, ocorrer quebra de máquina etc.). As folgas marginais, por sua vez, se dividem em folgas: por fadiga, higiênicas e na operação (existentes apenas para uma operação específica) e entre as operações (existentes para todas) (Ghinato, 1996).

Para cada fase do processo, existem operações correspondentes, que podem ser operações de processamento, operações de inspeção, operações de transporte e operações de estocagem (Shingo, 2000). A Figura 5 apresenta, de forma mais abrangente, a classificação das operações.

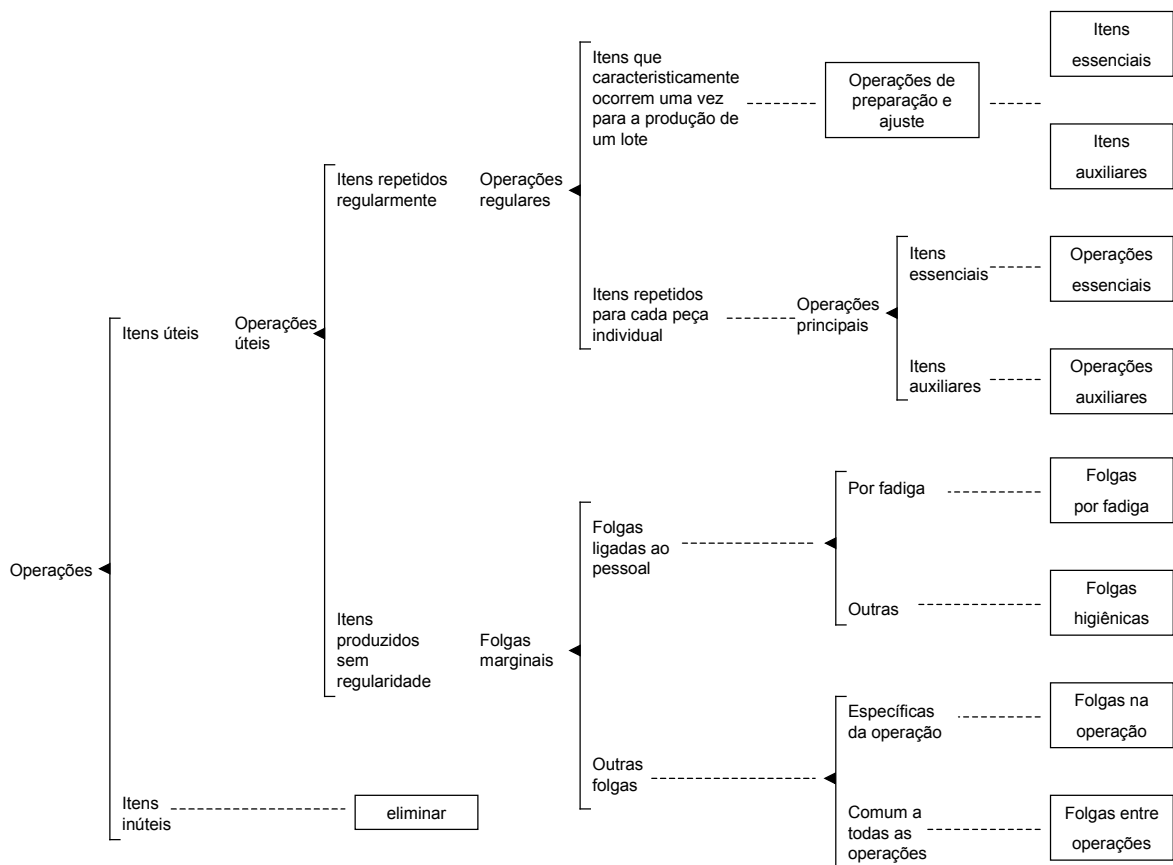


FIGURA 5 – Estrutura das operações

Fonte: Shingo, 2000 p. 31

A análise do MFP é fundamental para eliminar e/ou reduzir perdas em um sistema produtivo. Portanto, é necessário insistir na distinção entre processos e operações. É através das funções processo que os objetivos da produção são alcançados; as funções operação desempenham um papel auxiliar (Ghinato, 1996).

Conforme já foi comentado, na lógica do STP é necessário dirigir os esforços de melhoria primeiramente no processo e, somente depois que todas as oportunidades de otimização forem esgotadas, voltar a atenção às operações. O problema inerente a essa lógica é que as funções processo não aparecem com a mesma clareza com que aparecem as funções operação. É necessário um esforço adicional no sentido de torná-las visíveis na estrutura do MFP (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).

Ghinato (1996) apresenta dois exemplos hipotéticos que contribuem para um melhor entendimento da diferença que existe entre os dois pontos de vista de análise (processo e operação). No primeiro exemplo (Figura 6), o ponto de vista é voltado ao processo (o primeiro a ser analisado conforme a lógica do STP); no segundo, o ponto de vista é voltado à operação. No primeiro ponto de vista, observa-se a matéria-prima sendo transformada e, no segundo, o operador é o foco da análise.

Exemplo 1: análise do ponto de vista do processo. O objeto de interesse, neste caso, é a matéria-prima.

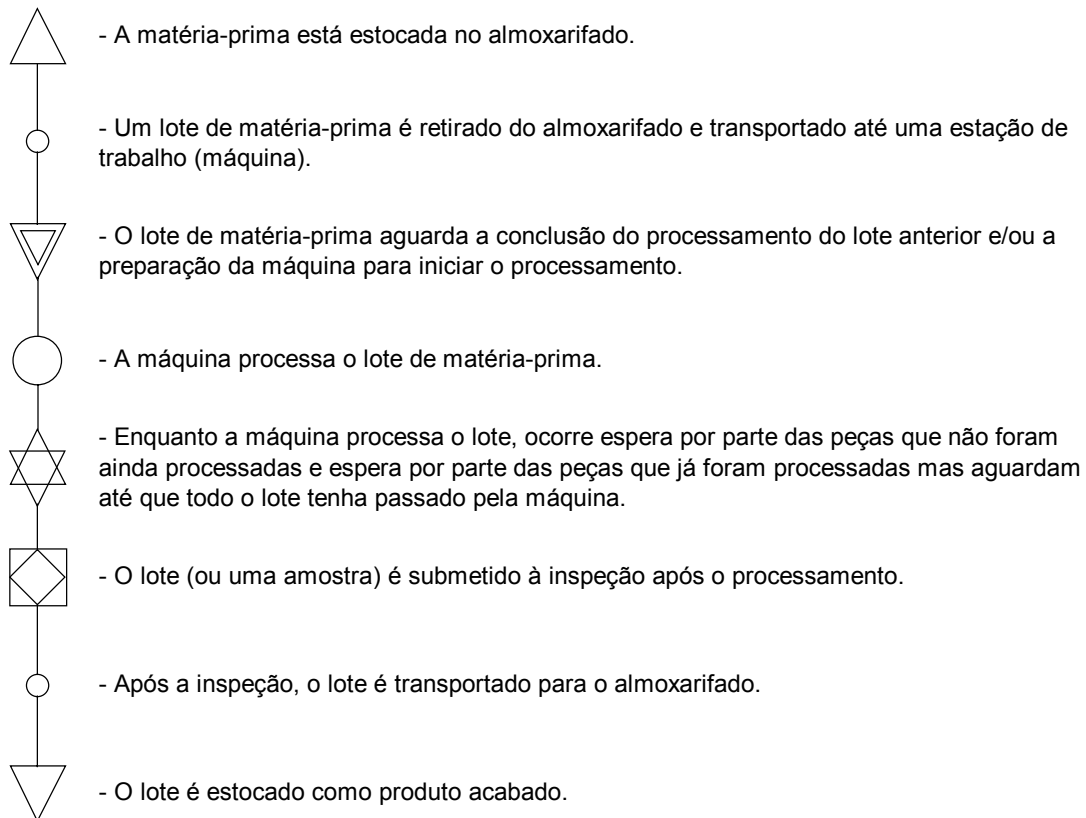


FIGURA 6 – Exemplo de Fluxograma de Processo

Fonte: Ghinato, 1996 p. 41

Exemplo 2: análise do ponto de vista da operação. Neste exemplo, o operador W é selecionado como sujeito de interesse.

- O operador W desloca-se de sua área de trabalho até o almoxarifado de matérias-primas e retira um lote de matéria-prima A, retornando com esse lote até a máquina M1 em sua área de trabalho.
- Prepara a máquina M1 para o processamento do lote.
- Apanha cada uma das peças armazenadas no *container* próximo à máquina.
- Executa o processamento.
- Armazena as peças trabalhadas em outro *container*.
- Interrompe a produção e dirige-se ao lavatório.
- Retorna e retoma a produção.
- Transporta o *container* de peças já processadas até as proximidades da máquina M2.

É importante que não haja dúvidas na diferenciação e posterior identificação das funções processo e operação dentro do MFP. Dessa maneira, a lógica desse mecanismo poderá ser seguida e a produção analisada e otimizada corretamente (Shingo, 1996).

3.3.2 O princípio do não-custo

O princípio do não-custo é o conceito básico do Sistema Toyota de Produção (Shingo, 1996). No período do pós-guerra, era necessária uma nova estratégia para sobreviver em um mercado doméstico de demanda onde a estratégia de produção em massa, através da fabricação de grandes lotes, não era aplicável. A alternativa escolhida pela *Toyota* foi o desenvolvimento de um sistema produtivo baseado na fabricação de pequenos lotes, capaz de fazer frente aos ganhos proporcionados pela produção em larga escala (Ghinato, 1996).

A produção japonesa em 1949, por exemplo, foi de 25.622 (vinte e cinco mil seiscentos e vinte e dois) caminhões e 1.008 (mil e oito) carros de passeio. Diante disso, a lógica de produção em massa não era mais adequada. Um sistema adequado à produção de pequenos lotes era uma alternativa viável para a *Toyota*. Nos Estados Unidos, os grandes lotes proporcionados pela alta demanda por carros de passeio fazia com que o sistema de produção utilizado proporcionasse uma redução significativa de custo, já que, quando grandes lotes são produzidos, o custo de mão-de-obra por carro e a taxa de depreciação são reduzidos (Ohno, 1997).

A sobrevivência dos fabricantes japoneses, não somente de automóveis mas de bens de consumo em geral, não poderia ser mais sustentada pelo “princípio de custo” praticado até aquele momento (Ohno, 1997). Basicamente, a fórmula para cálculo de preço de venda utilizada até então era a seguinte:

$$P = C + L \quad (1)$$

onde, “P” é igual a preço, “C” é igual a custo e “L” é igual a lucro.

Sob a lógica da equação (1), o preço era imposto ao mercado como resultado de um determinado custo somado a uma vantagem pretendida (lucro). Assim, era permitido às empresas “transferir aos consumidores, dentro de certos limites, os custos adicionais decorrentes de eventual ineficiência de seus processos de produção” (Ghinato, 1996).

Com a mudança das condições de mercado, o poder de escolha dos consumidores passa a determinar o preço de venda. Sendo assim, a lucratividade capaz de sustentar a sobrevivência de uma empresa é definida como a diferença entre o preço de venda e o custo de fabricação, conforme expresso a seguir:

$$P - C = L \quad (2)$$

Conforme a equação (2), o custo é fixado subtraindo-se o nível do lucro necessário para que se mantenha estabilizado o preço de venda. Diante dessa ótica, as empresas não podem sobreviver sem que haja esforços constantes objetivando reduzir os custos. A única forma de aumentar ou manter o lucro, dado que o preço de venda é determinado pelo mercado, é através da redução dos custos. No Sistema Toyota de Produção, a redução dos custos vinculada a essa lógica é conhecida como “princípio do não-custo” (Shingo, 1996).

Para alcançar um resultado eficaz, o princípio do não-custo deve ser praticado por todos e em toda a organização. O custo deve ser entendido como resultante da combinação de vários recursos aplicados na geração de um produto ou serviço. A minimização do custo é obtida pela racionalização na utilização dos recursos necessários. Se um determinado produto ou serviço é fabricado com a utilização de um dado volume de recursos (material, mão-de-obra, máquinas, tempo etc.) que podem ser reduzidos gerando um menor custo, então se pode dizer que esta redução é obtida através da eliminação da parcela de recursos utilizada desnecessariamente. Em outras palavras, essa parcela de recursos é essencialmente considerada como perdas no sistema produtivo (Ghinato, 1996).

3.3.3 Perdas nos sistemas produtivos

Esse assunto é uma das bases para o estudo de caso desta dissertação e será tratado mais detalhadamente. Em um primeiro momento, o conceito de perda será apresentado para que seja completado o entendimento a respeito dos três princípios básicos do STP: *i*) o mecanismo da função produção (MFP), *ii*) o não-custo e *iii*) a eliminação das perdas nos sistemas produtivos.

Perdas são atividades desnecessárias que geram custo e não agregam valor ao produto. Perdas devem ser eliminadas para que se consiga o menor custo possível em um sistema

produtivo. O STP prega, em essência, a constante perseguição dessas perdas e sua eliminação (Mika, 2001; Ghinato, 1996; Shingo, 1996; Ohno, 1997; Burcher *et al.*, 1996).

As palavras “perda” ou “desperdício” são também conhecidas pela expressão japonesa “*muda*”, que significa qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor. Exemplos incluem: erros que exigem retificação, produção de um item que não está dentro das especificações, existência de estoques, etapas do processamento não necessárias, movimentação desnecessária, transportes e esperas (Mika, 2001; Womack *et al.*, 1998).

3.4 AS SETE CLASSES DE PERDAS

3.4.1 Considerações iniciais

De forma análoga ao estudo apresentado para o Mecanismo da Função Produção, necessita-se de um entendimento mais amplo da maneira como a “função manufatura” é vista no que se refere a perdas. A Figura 7 apresenta uma visão geral dessa função. Na figura, o “trabalho” é visto como sendo, segundo a classificação de Ohno (1997), as atividades que levam o processo a alcançar seu fim, e se divide em dois tipos: trabalho com valor adicionado e trabalho sem valor adicionado, ou seja, perdas.

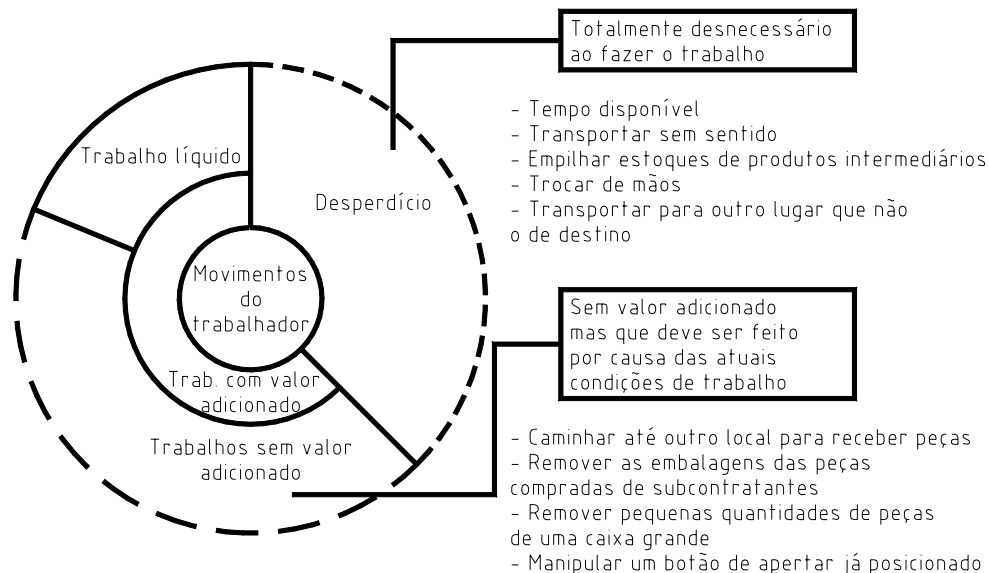


FIGURA 7 – Compreendendo a função manufatura

Fonte: Ohno, 1997 p. 74

O trabalho com valor adicionado está ligado a algum tipo de processamento, como por exemplo, mudar a forma ou as características de um produto. O ideal é ter 100% de trabalho com valor agregado. Em uma linha de fabricação, o movimento dos operários deve ser um movimento que agrega valor. Estar se movimentando não significa estar trabalhando. O trabalho acontece quando o processo avança no sentido de completar a tarefa (Ohno, 1997).

Trabalho sem valor adicionado é considerado perda e refere-se a todas as atividades necessárias e que dão suporte ao processamento. Esse tipo de perda pode ser eliminado através de mudança nas condições de trabalho. Caminhar para pegar peças, operar botões de comando, abrir embalagens de matéria-prima e estocar materiais em processo são exemplos de trabalhos que não agregam valor (Ghinato, 1996).

As perdas em um sistema produtivo podem ser classificadas como sendo de sete classes: perdas por superprodução, perdas por transporte, perdas no processamento em si, perdas por fabricação de produtos defeituosos, perdas por movimentação, perdas por espera e perdas por estoque (Ohno, 1997; Shingo, 1996; Ghinato, 1996). Segundo Antunes (1998) e Ghinato (1996), pode-se constatar a existência de outros tipos de perdas nos sistemas de produção como, por exemplo, *i*) perdas relativas ao meio ambiente, *ii*) perdas ergonômicas, *iii*) perdas energéticas e *iv*) perdas na comunicação devido ao excesso de níveis hierárquicos.

Mika (2001) acrescenta, além das sete classes de perdas sugeridas por Shingo e das quatro sugeridas por Antunes e Ghinato, mais três classes que, de acordo com o autor, também estão presentes nos processos produtivos atuais: *i*) baixa ou não-utilização da capacidade intelectual humana, *ii*) uso inadequado dos computadores e *iii*) uso de indicadores mal estabelecidos.

Apesar da existência e importância de todos os tipos de perdas citadas acima, neste trabalho, somente serão consideradas as sete classes de perdas sugeridas por Shingo (1996).

As sete classes de perdas citadas a seguir são conceituadas e comentadas segundo as idéias de Ohno (1997), Shingo (1996), Ghinato (1996) e Antunes (1998).

3.4.2 Perdas por superprodução

Existem basicamente dois tipos de perdas por superprodução: a perda por produzir demais (superprodução por quantidade) e a perda por produzir antecipadamente (superprodução por antecipação).

A superprodução por quantidade é a perda que acontece quando é produzido além daquilo que foi previamente programado. A superprodução por antecipação é a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário.

A superprodução e, como consequência, a criação de estoques, traz uma idéia de segurança. Durante a Segunda Guerra Mundial, e depois dela, o ato de comprar e estocar constituíam um comportamento natural. Esse comportamento pode ser atribuído a uma cultura agrícola, desenvolvida anteriormente, e que se caracterizava pelo cultivo e posterior estocagem dos alimentos objetivando preparar-se para períodos difíceis impostos pela natureza. Atualmente, muitos industriais ainda pensam dessa mesma forma, necessitando manter algum estoque, tanto de matéria-prima e produtos em processo quanto de produtos acabados, objetivando preparar-se para eventuais momentos de incerteza. Tal tipo de estocagem não é mais economicamente viável. O ideal é produzir somente o necessário, quando for necessário e na quantidade necessária, de maneira a não ter presente a perda por superprodução.

3.4.3 Perdas por transporte

A eliminação ou redução do transporte deve ser visualizada como uma prioridade no esforço de redução de custos, pois o transporte, de uma maneira geral, representa 45% do tempo de fabricação de um item.

Este tipo de perda caracteriza-se pela existência de movimentações desnecessárias de materiais dentro do processo produtivo. Essas perdas são reduzidas e/ou eliminadas com alterações no *layout*. O procedimento de melhoria deve ser feito dentro da lógica do Sistema Toyota de Produção, ou seja, primeiramente todo o esforço de melhoria deverá estar focado no processo e, somente depois de esgotadas todas as possibilidades de melhorias no processo, é que a atenção deverá voltar-se para as melhorias nas operações.

3.4.4 Perdas no processamento em si

Estas perdas se caracterizam como partes do processamento que podem ser eliminadas sem que sejam afetadas as funções básicas do produto ou serviço.

3.4.5 Perdas por fabricação de produtos defeituosos

Estas perdas se caracterizam pela fabricação de produtos não conformes, que não satisfazem os requisitos de uso. Dentre todas as sete classes de perdas, a perda por fabricação de produtos defeituosos é a mais comum e visível, pois seus sinais se evidenciam no próprio objeto de produção, ou seja, o produto ou serviço. É contra esse tipo de perda que, historicamente, a indústria de manufatura tem lutado, objetivando aprimorar a qualidade de seus produtos. A circulação de produtos defeituosos ao longo do fluxo de produção é capaz de desencadear a geração de outras perdas como, por exemplo, a perda por espera, transporte, movimentação e estoque.

Ghinato (1996) propõe o exemplo baseado na Figura 8 como forma de demonstrar o quanto é negativa a existência de perdas por fabricação de produtos defeituosos no fluxo de fabricação.

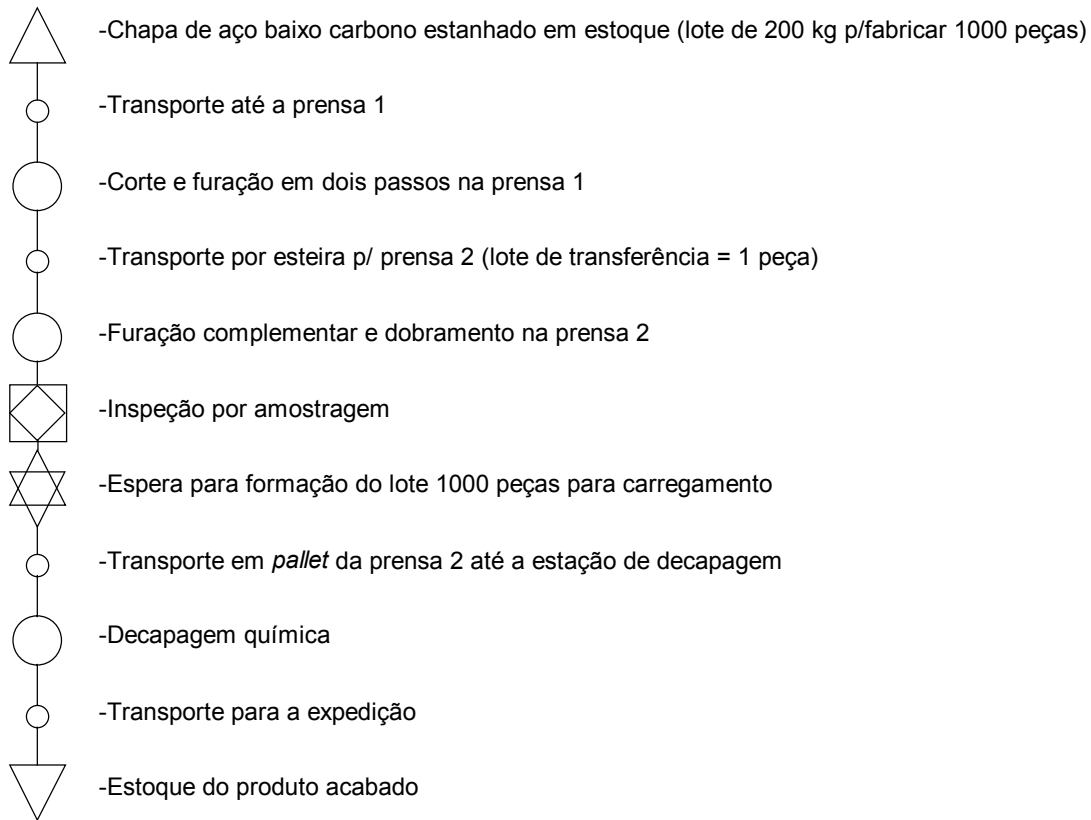


FIGURA 8 – Seqüência de processos para a fabricação de gabinete metálico

Fonte: Ghinato, 1996 p. 58

O lote de matéria-prima apanhado pelo operador da prensa 1 no almoxarifado é suficiente para a produção de 1000 gabinetes metálicos, conforme especifica o roteiro de fabricação, a programação de produção e a ordem de fabricação. Suponha que, no processamento de corte e furação na prensa 1, o operador comece a notar um desfolhamento da camada de estanho após as primeiras 50 peças produzidas, o que não é admissível segundo as especificações do produto. O operador pára a produção e chama o supervisor da área da estamparia e o auditor da qualidade, que constata realmente haver alguma espécie de problema com a matéria-prima. O rolo de 200 Kg de aço é retirado do alimentador da prensa e devolvido ao almoxarifado como material não-conforme. Essa hipotética ocorrência é uma típica perda por fabricação de produtos defeituosos, desdobrando-se em outras perdas para o sistema.

As 50 peças fabricadas são sucateadas, pois não atendem às especificações do cliente (perda por fabricação de produtos defeituosos). Como as prensas 1 e 2 operam sem estoques intermediários (lote de transferência de 1 peça), as 50 peças também foram submetidas a furação

e dobramento na prensa 2, gerando perdas por utilização desnecessária de equipamento, mão-de-obra, lubrificante de corte etc. Com a interrupção do processamento e substituição do rolo de matéria-prima, houve uma parada de 45 minutos no fluxo, gerando um atraso em toda a programação da linha de fabricação (perda por espera).

O rolo de matéria-prima e as 50 peças já parcialmente processadas foram rejeitadas e mantidas em estoque até que o fornecedor fosse contatado e houvesse a substituição do lote (perda por estoque). O transporte da matéria-prima do almoxarifado até a prensa 1 e o retorno para o estoque (do rolo e das 50 peças) é uma perda por transporte.

Seguindo mais adiante no fluxo da Figura 8, poder-se-ia supor que a quebra de um punção de furação da matriz da prensa 2 não foi notada pelo operador até o momento da inspeção por amostragem realizada após a conclusão do processamento das 1000 peças. O inspetor selecionou as 1000 peças e segregou as últimas 100 peças fabricadas após a quebra do punção (perda por fabricação de produtos defeituosos). As 100 peças segregadas podem ser recuperadas manualmente (perdas por trabalho adicional para a recuperação); para tanto, foram enviadas em um *container* para a área de retrabalhos (perda de transporte). O operador da estação de decapagem não foi informado a respeito da perda das 100 peças e, portanto, não recolheu o lote de 900 peças, pois estava aguardando a formação do lote de 1000 peças para transportar até a área de decapagem (perda por espera).

O exemplo apresentado na Figura 8 serve para mostrar o quanto perdas por fabricação de produtos defeituosos são prejudiciais em um sistema produtivo. Entre todas as classes de perdas, esta é a que mais impacto causa ao cliente, tanto interno como externo, o que justifica a atenção que vem recebendo por empresas de manufatura nos últimos anos.

3.4.6 Perdas por movimentação

Estas perdas são relacionadas a todos os movimentos desnecessários que são realizados pelos operadores na execução de uma operação. Um estudo de tempos e movimentos pode eliminar e/ou reduzir os movimentos desnecessários (Fullmann, 1975). A racionalização dos movimentos nas operações também é obtida através da mecanização da operação, através da substituição dos movimentos do operador pelos movimentos de uma máquina. Evidentemente, as

melhorias nas operações via mecanização devem ser utilizadas apenas após todas as possibilidades de reduções de movimentos desnecessários do operador terem sido eliminadas.

3.4.7 Perdas por espera

Esta perda é caracterizada por um intervalo de tempo no qual nenhum processamento está sendo realizado, tanto pelo operador como pela máquina. Existem dois tipos de perdas por espera no ponto de vista da operação: *i*) perda por espera dos trabalhadores e *ii*) perda por espera de máquinas. No ponto de vista do processo, a espera pelo lote e a espera pelo processo também são consideradas perdas.

3.4.8 Perdas por estoque

Este tipo de perda acontece em função dos estoques de matéria-prima, materiais em processo e produtos acabados. As perdas por estoque de materiais em processamento acontecem quando um lote está sendo processado e, após ser processada a primeira peça, deve-se esperar até que a última peça do lote seja também processada.

As perdas por material em processamento podem acontecer, também, antes de um processamento. Por exemplo: um lote de 1000 peças é processado em uma máquina qualquer. Nesse caso, a segunda peça aguarda o processamento da primeira, a centésima peça aguarda o processamento das 99 precedentes e, por último, a milésima peça permanece em estoque intermediário até que as 999 peças precedentes tenham sido processadas. Supondo que o tempo de processamento pela máquina em questão seja dez segundos, a milésima peça aguardou um tempo total de aproximadamente três horas sem que houvesse necessidade.

A redução dos estoques é um instrumento para a redução do tempo de atravessamento (*lead time*). Em um sistema de manufatura, apenas 20% a 40% do tempo total se destinam ao processamento em si, enquanto que o tempo de estoques intermediários gira em torno de 60% a 80% desse tempo total (Ghinato, 1996). Portanto, ao se eliminar e/ou reduzir as perdas por estoque, estar-se-á se obtendo resultados relacionados à redução do *lead time*.

O maior de todos os desperdícios é o decorrente de estoques em excesso. O fato de haver muitos produtos para estocar faz com que seja necessário, por exemplo: construir um depósito,

contratar trabalhadores para carregar as mercadorias para esse depósito e, provavelmente, investir na compra de mecanismos de transporte para cada um desses trabalhadores.

3.5 ANÁLISE DO PROCESSO E DAS OPERAÇÕES OBJETIVANDO IDENTIFICAR, ELIMINAR E/OU REDUZIR PERDAS

3.5.1 Considerações iniciais

É necessário que seja aplicada uma metodologia científica para identificar, eliminar e/ou reduzir perdas dentro da rede formada pelos processos e operações (MFP). Conforme já foi comentado, é preciso primeiramente analisar o processo e, posteriormente, as operações. A Análise do Valor, o Fluxograma do Processo e a utilização dos Cinco Porquês são as técnicas sugeridas pelo STP para a análise do processo. Para analisar as operações, o conceito mais indicado, além da utilização dos Cinco Porquês, é o Estudo do Trabalho (Ohno, 1997; Shingo, 1996; Ghinato, 1996; Barnes, 1977; Fullmann, 1975). Estas técnicas são revisadas neste capítulo.

3.5.2 Análise do processo

Na análise do processo, o foco deve estar voltado à transformação da matéria-prima em produto acabado. Os processos podem ser analisados de duas maneiras. A primeira consiste em analisar o produto em si através da Análise do Valor. Esta técnica questiona: “como esse produto pode ser redesenhado para manter a qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de fabricação?” (Shingo, 1996; Csillag, 1995 e Ghinato *et al.*, 1999). A segunda consiste em analisar o processo de fabricação deste produto, utilizando as técnicas relacionadas à Engenharia de Produção que questionam, por exemplo: “como a fabricação desse produto pode ser melhorada?” (Shingo, 1996). Segundo Ohno (1997), a Engenharia de Produção é a tecnologia utilizada para reduzir custos de produção harmonizando qualidade, quantidade e tempo por toda a área de produção.

3.5.2.1 Análise do produto através da técnica da Análise do Valor

Segundo Maramaldo (1983), a Análise do Valor caracteriza-se como sendo o exame minucioso do “valor” de um objeto, seja ele um produto, serviço ou processo, no que diz respeito

às “funções” que ele exerce, com o objetivo de se obter redução de custo, aumento de seu valor, aumento da produtividade, resolução de problemas etc., sempre preservando a qualidade.

Segundo Csillag (1995), o “valor” real de um produto, serviço ou processo é definido pelo seu grau de aceitabilidade junto ao cliente. A “função” é conceituada como o exercício de atividade ou tarefa que um produto, serviço ou processo executa. Essa função deve ser descrita por um verbo mais um substantivo. Ex.: produzir chama, prender cabelo etc. As funções são classificadas em: função de uso ou função estima, função principal ou funções secundárias e funções necessárias ou desnecessárias.

Ghinato *et al.* (1999) facilitam o entendimento dessa técnica através de um exemplo de Análise do Valor de produto. O exemplo refere-se a uma caneta (ver Tabela 2).

TABELA 2 – Análise do Valor - Função

Produto: Caneta

Item de Estudo	Função: Verbo + Substantivo	Classificação		
		P/S	U/E	N/D
Corpo	Alojar carga	Secundária	Uso	Desnecessária
	Facilitar manuseio	Principal	Uso	Necessária
	Resistir a esforços	Secundária	Uso	Necessária
	Permitir visualização	Secundária	Estima	Necessária
	Permitir troca de pressão	Secundária	Uso	Desnecessária
	Evitar rolamento	Secundária	Uso	Desnecessária
	Facilitar encaixe	Secundária	Uso	Desnecessária
	Identificar fabricante	Secundária	Estima	Desnecessária

Fonte: Ghinato *et al.* (1999)

Esta técnica objetiva reduzir custos de forma mais abrangente do que as técnicas tradicionais. Por exemplo, em vez de reduzir custos alterando operações, reduzindo pessoal, minimizando uso de recursos ou permutando materiais, investe-se em uma relação direta do produto com o consumidor (Calligaris, 2000).

O método de Análise do Valor do produto consiste basicamente em identificar as funções de cada item que compõem um produto (ver Tabela 3), avaliá-las e, finalmente, propor uma forma alternativa de desempenhá-las de maneira mais conveniente do que a conhecida. É necessário saber qual o “valor” de cada função. Dessa forma, a primeira pergunta a ser feita não é

“como e do que ele é constituído”, mas “quais são suas funções”. A Análise do Valor pode ser aplicada durante a fase de desenvolvimento do produto e na fase em que o mesmo se encontra em fabricação (Csillag, 1995).

Estudo das funções dos componentes de um lápis:

TABELA 3 – Análise do Valor - Função dos componentes de um lápis

Componentes	Funções (verbo + substantivo)
Grafite	Fazer marcas
Madeira	Proteger grafite
Capa metálica	Proteger borracha e prender borracha
Borracha	Remover marcas
Pintura	Promover estética
Forma da madeira	Facilitar manuseio e evitar rolar
Impressão	Transmitir mensagem

Fonte: Csillag (1995)

Uma das maiores dificuldades da aplicação da Análise do Valor está justamente na noção de “valor”. Para o consumidor, a noção de valor é abrangente, podendo estar ligada a situações específicas ou a aspectos do produto, às vezes, sem estar ligada às funções essenciais (Calligaris, 2000).

A noção de custo é, às vezes, relativa. De acordo com a utilidade que o produto tem para o usuário, este estará, por exemplo, disposto a pagar um preço que é considerado alto para outro usuário, a quem o produto pouco interessa. Assim, o que conta é o valor que o produto tem para o usuário (Csillag, 1995).

Calligaris (2000), apresenta um exemplo típico de diferenças de percepções do “valor”. Nesse exemplo, além da classificação das funções já citadas, “principal” e “secundária”, a autora acrescenta também as “eventuais”.

Um usuário não convencional, conhecido neste exemplo pelo fictício nome de “O Poderoso Chefão”, usaria um prendedor de gravatas com as seguintes funções:

- principal: chamar a atenção. O prendedor dispõe de uma esmeralda e, por isso, custa cerca de 10 mil dólares;
- secundária: prender a gravata ou demonstrar *status*;

- eventuais: limpar as unhas, servir para esconder um microfone-gravador, ou até mesmo levar inscrito, em código, o número da conta bancária na Suíça.

Nesse exemplo, percebe-se a diversidade de funções para o mesmo produto. Cabe notar que, se não for para prender gravatas, o objeto perde sua razão de ser. Usá-lo para prender papel é desperdício – à medida que um clipe (que custa alguns centavos) desempenha essa função. Por extensão, poder-se-ia pensar em usar um clipe para prender gravatas – o que condenaria os prendedores de gravata a ter, como valor real, alguns poucos centavos. Evidentemente, não se pode analisar o valor da função do produto dessa forma. É mais adequado verificar com o próprio consumidor qual o valor que cada função tem para ele.

Miles (1962) criou um plano de trabalho que, com pequenas modificações de outros autores, serve como base para a realização da Análise do Valor. Esse plano é composto de uma série de etapas. No entanto, sua aplicação pode ser ajustada conforme a necessidade. As etapas que compõem o plano de trabalho de Miles (1962) são:

- fase de orientação: nesta fase devem ser respondidas as seguintes questões: O que deve ser desempenhado? Quais são os desejos e a necessidade reais do consumidor? Quais são as características e propriedades desejadas quanto ao peso, dimensões, aparência, vida desejada, etc?;
- fase de informação: na qual deverão ser coletados todos os fatos e informações disponíveis sobre: custos, quantidade, fornecedores, investimentos, métodos de manufatura, informações sobre o mercado fornecedor, controle de qualidade, embalagem etc. Nesta fase é que deve ser determinada a quantia que poderá ser gasta razoavelmente em cada um dos fatores em vista das quantidades, dos custos e dos outros fatos pertinentes. As funções devem ser estabelecidas, definidas e avaliadas. Ainda nesta fase, devem ser determinadas as funções secundárias;
- fase criativa: tendo adquirido a compreensão e a informação, esta fase tem como objetivo gerar alternativas. As alternativas geradas devem ter como conseqüência a eliminação das funções desnecessárias, ou maneiras mais simples de satisfazer a função requerida. Nesta fase, o julgamento deve ser temporariamente suspenso. Especialistas devem ser consultados. Ao final, deve-se ter chegado a uma lista de alternativas;
- fase de análise: na qual o julgamento passa a ter um papel muito importante. Cada idéia deve passar por uma cuidadosa análise para verificar sua viabilidade ou não. Nesta fase, as idéias

são quantificadas e as prioridades estabelecidas. No fim desta fase, são decididas quais as alternativas que deverão ser estudadas;

- fase de planejamento do programa: dividir o trabalho numa programação de áreas funcionais (por exemplo: mecânica, elétrica, proteção etc.) e executar, para cada uma delas, consultas a especialistas e fornecedores. Estabelecer um programa de investigações para prover informações técnicas sobre processos de manufatura etc. Suprir todas as informações aos mesmos especialistas e fornecedores para estimular novas aplicações. O objetivo desta fase é estudar as idéias viáveis para verificar quais são recomendadas;
- fase de execução do programa: na qual se coletam mais informações pertinentes, especificações devem ser confirmadas e o impacto quanto à qualidade, no ferramental, nos operadores e nos clientes, deve ser avaliado. Quando qualquer sugestão caminha para conclusões de sucesso e as dificuldades são contornadas, conclui-se esta fase. É nesta fase que as sugestões recomendadas são implementadas;
- fase de resumo e conclusões: um resumo claro deve constar na primeira página do relatório. Em casos onde o custo de implementação é muito grande, um gráfico de ponto de equilíbrio faz-se importante.

Para cada fase do Plano de Trabalho podem ser utilizadas técnicas objetivando alcançar melhores resultados. No entanto, a literatura conhecida não é clara em relação a qual usar, quantas vezes, quando retornar e quais técnicas não usar. Essas decisões, quando tomadas, ficam por conta de cada um (Csillag, 1995).

Csillag (1995) apresenta treze técnicas que favorecem um real contato com o problema abordado através da Análise do Valor:

- evitar generalidades concentrando-se no específico;
- conseguir todos os custos disponíveis;
- usar apenas informações da melhor fonte;
- desestruturar, criar e refinar;
- usar criatividade;
- identificar e contornar bloqueios;
- recorrer a especialistas quando necessário;
- verificar o custo das tolerâncias principais;

- utilizar produtos funcionais disponíveis nos fornecedores;
- utilizar o conhecimento de fornecedores especializados e pagar por ele;
- utilizar processos especializados;
- utilizar normas aplicáveis;
- usar o critério “eu despenderia meu próprio dinheiro dessa maneira?”.

Os autores Heller (1971) e Mudge (1981) apresentam algumas técnicas adicionais, conforme segue:

- empregar boas relações humanas;
- inspirar equipe de trabalho;
- aplicar um critério profissional de julgamento;
- assegurar os fatos;
- definir funções;
- avaliar as relações funcionais;
- refinar e combinar idéias;
- custear todas as idéias;
- desenvolver funções alternativas;
- avaliar por comparação;
- apresentar os fatos;
- motivar para a ação positiva;
- aplicar o plano de trabalho;
- questionar os requisitos.

3.5.2.2 Análise do processo através do Fluxograma de Processo

O Fluxograma do Processo, ou seja, o desenho do fluxo do processo, facilita que sejam analisadas, de forma sistemática, cada uma das etapas que fazem parte do processo (processamento, inspeção, transporte e espera). Essa análise é feita de forma contínua, seguindo as etapas de transformação da matéria-prima desde a sua armazenagem inicial até a armazenagem final, onde o produto já está acabado e pronto para ser enviado ao cliente (Fullmann, 1975; Shingo, 1996; Ghinato, 1996).

Segundo Fullmann (1975), depois de realizado o fluxograma e detalhadas todas as observações, deve-se fazer uma crítica a cada etapa do processo em uso no momento da análise. Nesse diagnóstico das etapas, toda vez que uma pergunta sobre a necessidade da existência de uma etapa não for satisfatoriamente respondida, colocando em dúvida a racional existência da mesma, existirá um sintoma de que a etapa deve ser reavaliada ou eliminada.

A Figura 9 apresenta um exemplo de folha para Fluxograma de Processo a ser preenchida, baseada nas idéias de Fullmann (1975), Shingo (1996) e Ghinato (1996).

FLUXOGRAMA DO PROCESSO										
SEÇÃO: _____			INÍCIO: _____			Nº ESTUDO: _____				
_____			TÉRMINO: _____			Nº FOLHAS: _____				
_____			FOLHA Nº: _____							
MOTIVO DO ESTUDO: _____										
DESCRIÇÃO DO PROCESSO ATUAL	SÍMBOLOS (Marcar figura correspondente)					OBSERVAÇÕES - NOTAS	Eliminar	Combinar	Permutar	Melhorar
	Distância	Quantidade	Tempo							
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
	△ ○ ☆ ▽ ◊ ▽									
RESUMO	QUANTIDADE DE ETAPAS				OBSERVAÇÕES GERAIS					
	N.º	TEMPO								
△ Estoque Material					DATA: _____	ELABORADO POR: _____	VISTO: _____			
○ Transporte										
☆ Espera Lotes										
○ Processamento										
▽ Espera Processo										
◊ Inspeção										
▽ Estoque Produto										

FIGURA 9 –Modelo de folha para Fluxograma de Processo
 Fonte: Fullmann (1975); Shingo (1996) e Ghinato (1996)

3.5.2.3 Cinco Porquês

O STP sugere a utilização de um método que se resume a perguntar cinco vezes “por que” diante da presença de um problema. Não se trata, evidentemente, de repetir cinco vezes a pergunta, mas de perguntar cinco vezes hierarquicamente. Por exemplo: a primeira resposta gera a segunda pergunta, a segunda resposta gera a terceira pergunta e assim por diante.

Essa mesma sistemática pode e deve ser utilizada na análise do processo, ou seja, cada etapa (fenômenos) do processo (processamento, inspeção, transporte e espera) deve ser submetida ao questionamento proposto no método. As perguntas relacionadas a seguir fazem parte de alguns dos exemplos de utilização do método dos Cinco Porquês na *Toyota Motor Company* e que fizeram com que as causas das perdas fossem descobertas e, conseqüentemente, eliminadas (Ohno, 1997).

- Por que uma pessoa da Toyota Motor Company pode operar apenas uma máquina, enquanto que na tecelagem Toyota uma moça supervisiona de 40 a 50 teares automáticos?
- Por que não podemos fabricar este componente utilizando a lógica do JIT?
- Por que estamos produzindo componentes em demasia?
- Por que o desperdício é gerado?

De acordo com Ohno (1997), se esse procedimento for utilizado, pode-se chegar mais facilmente à raiz do problema, porém, mesmo parecendo simples, esse método não é fácil de ser implementado, porque, normalmente, acabamos fazendo somente uma ou duas vezes a pergunta e acabamos resolvendo somente temporariamente o problema. Para explicar melhor esta metodologia de uso dos porquês, Ohno (1997) apresenta um problema hipotético relativo a uma máquina que parou de funcionar. As perguntas sugeridas nesse caso vêm apresentadas a seguir:

1. Por que a máquina parou? - Porque houve sobrecarga e o fusível queimou.
2. Por que houve uma sobrecarga? - Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.
3. Por que não estava suficientemente lubrificado? - Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.

4. Por que não estava bombeando suficientemente? - Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.

5. Por que o eixo estava vibrando? - Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

Se esse questionamento não tivesse sido feito, provavelmente ter-se-ia apenas substituído o fusível ou o eixo da bomba e provavelmente o problema reapareceria dentro de pouco tempo. Quando surge um problema, é necessário que haja a preocupação de buscar as causas. Dessa maneira, pode-se direcionar corretamente os esforços objetivando a eliminação dessas causas. Da mesma forma, o método deve ser utilizado durante a análise de um processo. Mesmo diante de um fenômeno como o de “processamento”, deve ser questionado o porquê de sua necessidade, pois, com isso, todas as etapas desnecessárias serão eliminadas. Essa é a base científica do método de solução de problemas e eliminação de perdas do Sistema Toyota de Produção (Ohno, 1997; Ghinato, 1996).

3.5.3 Análise das operações

Na análise das operações, também deve ser utilizado o método dos Cinco Porquês. No entanto, o Estudo do Trabalho objetivando a sua otimização é, conforme Firestone (2000), Gowan (1999) e Parkinson (1999), uma técnica de fundamental importância para redução de perdas e também deve ser utilizada.

3.5.3.1 O Estudo do Trabalho

O Estudo do Trabalho caracteriza-se pela análise e posterior melhoria das operações e engloba dois estudos científicos: *i*) Estudo de Métodos e *ii*) Medida do Trabalho - cronometragem (Fullmann, 1975; Niebel, 1988).

Os dois estudos estão estreitamente ligados: o primeiro, objetiva a redução do conteúdo das operações; o segundo, a descoberta e eliminação total ou parcial dos tempos improdutivos e a fixação de normas de trabalho para a operação, determinadas pelo Estudo de Métodos. O “Estudo de Métodos” deve sempre preceder ao estudo relativo à “Medida do Trabalho”, ou seja, somente depois de esgotadas todas as possibilidades de melhoria relacionadas ao método é que deve ser realizada a medida (Fullmann, 1975).

O Estudo do Trabalho pode ser resumidamente apresentado conforme a Figura 10 (Fullmann, 1975). A seguir, será realizado um breve relato sobre o Estudo de Métodos e a Medida do Trabalho.

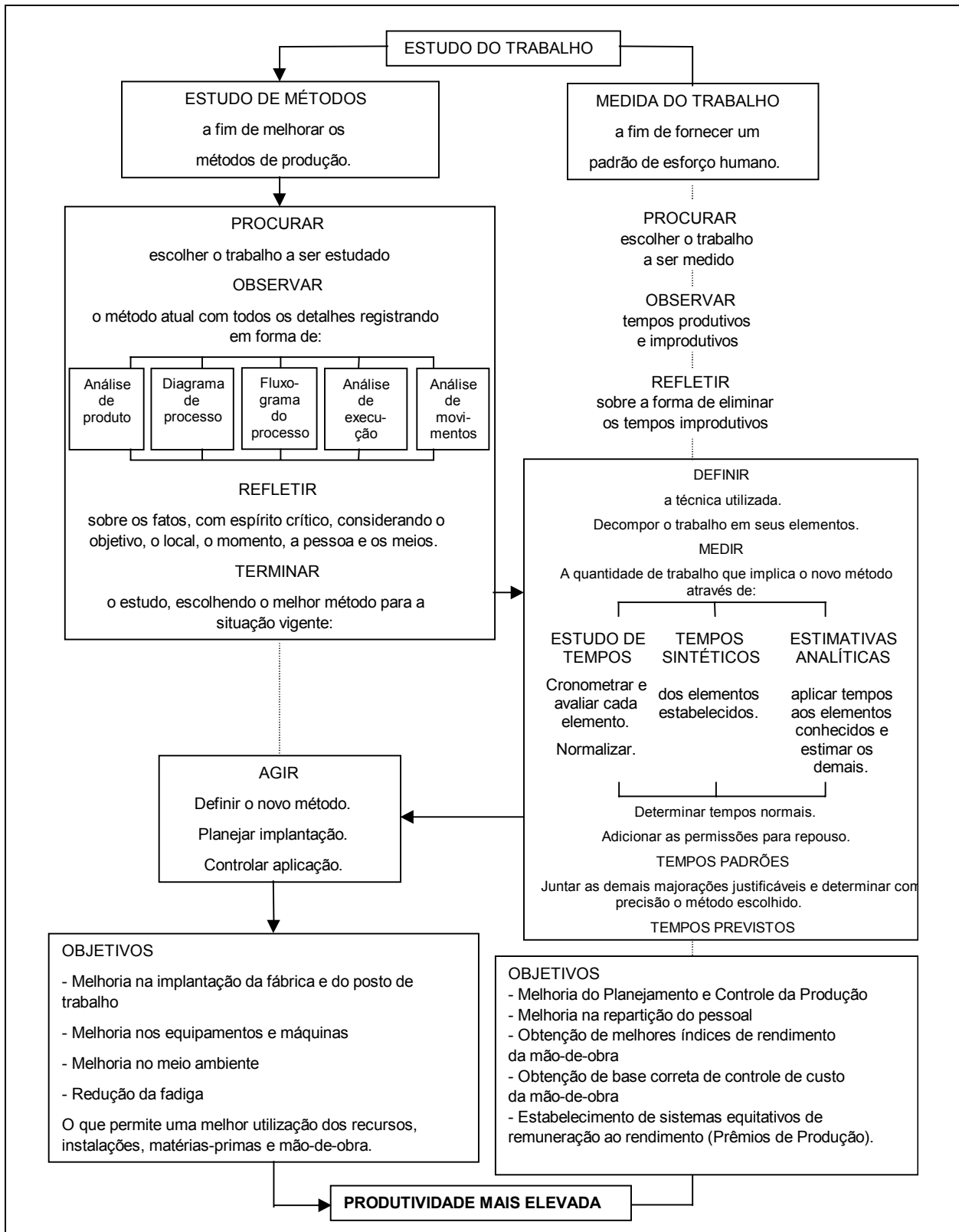


FIGURA 10 – Fluxograma do Estudo do Trabalho

Fonte: Fullmann (1975)

3.5.3.2 Estudo de Métodos

O Estudo de Métodos, através de racionalização, simplifica a operação e isola seu conteúdo fundamental. Uma vez realizado, o Estudo de Métodos permite a estabilização do posto de trabalho, ou seja, com a eliminação dos movimentos desnecessários passa a existir uma constância de movimentos que é mantida de um ciclo a outro na execução de uma operação. Esse ciclo começa no início do primeiro elemento de trabalho (nome dado a cada parte distinta que compõe o trabalho) e termina assim que reencontrar o mesmo ponto, repetindo a atividade ou operação (Fullmann, 1975; Barnes, 1977; Niebel, 1988).

Após a estabilização do posto de trabalho, é necessário treinar o operador e definir o que deve ser feito e de que maneira isso deve acontecer (Gagnon, 2000).

Somente nessas condições pode-se aplicar efetivamente a Medida do Trabalho e, com precisão, mensurar o conteúdo fundamental do trabalho e evidenciar os tempos produtivos dos improdutivos (perdas) que porventura ainda existam (Fullmann, 1975).

Existem duas análises que podem ser consideradas ao realizar-se um Estudo de Métodos: *i*) Análise de Movimentos e *ii*) Análise do Gráfico Homem-Máquina. Cada uma delas será resumidamente descrita a seguir.

1) Análise de movimentos

A Análise de Movimentos é parte integrante do Estudo do Trabalho e deve ser utilizada objetivando eliminar todos os movimentos desnecessários à realização da operação (Fullmann, 1975; Barnes, 1977). Existem três princípios de economia de movimentos que devem ser considerados durante a análise de uma operação (Fullmann, 1975). Esses princípios serão comentados a seguir.

a) Utilização do corpo humano

O corpo humano deve ser utilizado de maneira correta. Sempre que possível, deve haver simultaneidade dos movimentos de mãos e braços, ou seja:

- as duas mãos devem começar e terminar seus movimentos ao mesmo tempo;
- as duas mãos não devem permanecer inativas ao mesmo tempo, salvo durante o repouso;

- os movimentos dos braços devem ser simétricos (executados ao mesmo tempo, pelo mesmo membro e simultâneos).

Para que se utilize de forma ideal o corpo humano, também deve ser considerada a influência da visão. Quando os objetos estão dispersos em um posto de trabalho, é necessário haver um deslocamento dos olhos e da cabeça para a sua localização, o que aumenta o tempo e a fadiga devido aos deslocamentos e à desaceleração da mão para acompanhar o olhar. Deve-se, portanto, poder localizar tudo o que for importante no posto sem necessidade de deslocamentos extremos no olhar, conforme demonstrado na Figura 11.

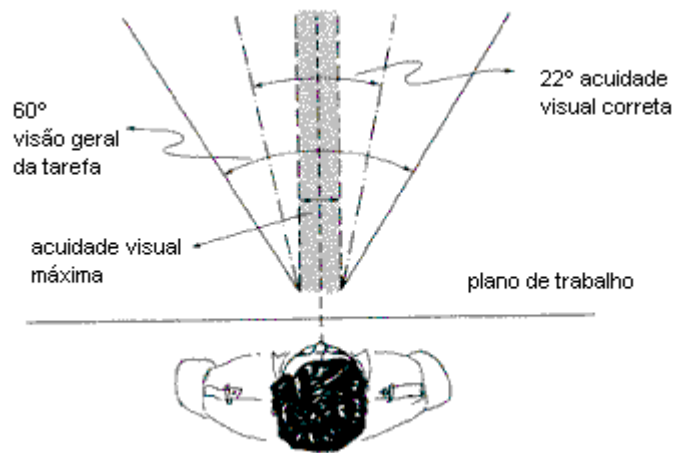


FIGURA 11 – Campo de visão ideal para o posto de trabalho

Fonte: Fullmann (1975)

Outro fator que deve ser considerado em relação à correta utilização do corpo humano é o dispêndio mínimo de energia, ou seja, os movimentos necessários ao trabalho devem acionar as menores massas musculares possíveis (Tabela 4) (Fullmann, 1975).

TABELA 4 – Utilização das massas musculares

ORDEM CRESCENTE	ÓRGÃO	EIXO
1	Mão	Junta do dedo
2	Mão e dedos	Punho
3	Antebraço, mão e dedos	Cotovelo
4	Braço, antebraço, mão e dedos	Ombro
5	Clavícula, braço, antebraço, mão e dedos	Tronco

Fonte: Fullmann (1975)

Os movimentos contínuos de mãos são preferíveis aos movimentos em ziguezague ou em linha quebrada com ângulos agudos. Deve haver sempre a preocupação em usar batentes para limitar o movimento sem a concorrência de músculos contrários. A aquisição de um ritmo é essencial à execução fácil e automática do trabalho.

O tempo de ação e de repouso de cada sistema muscular e nervoso do corpo humano constitui o ritmo que permite a cada alternância uma recuperação da energia despendida, provocando uma redução da fadiga.

b) Disposição do posto de trabalho

A disposição de todas as coisas que fazem parte do posto de trabalho deve ser previamente estudada de maneira que tudo seja de fácil acesso, evitando, com isso, a classe de perda denominada “perdas por movimentação” (Figura 12). De acordo com Fullmann (1975), é necessário considerar o seguinte:

- deve existir um lugar definido e fixo para todas as coisas;
- materiais, ferramentas e verificadores (gabaritos) devem estar colocados o mais perto e mais na frente possível do operador;
- materiais e ferramentas devem estar dispostos de modo a permitir a melhor seqüência de movimentos;
- caixas e recipientes de alimentação por gravidade devem aprovisionar o executante próximo do local de trabalho;
- deve-se utilizar a gravidade para a evacuação empregando canaletas ou tobogãs;
- deve-se proporcionar a cada trabalhador as melhores condições de iluminação para seu trabalho;

- a altura do plano de trabalho e da cadeira, na medida do possível, devem permitir um trabalho em pé ou sentado;
- uma cadeira que permita uma boa postura deve ser fornecida a cada trabalhador.

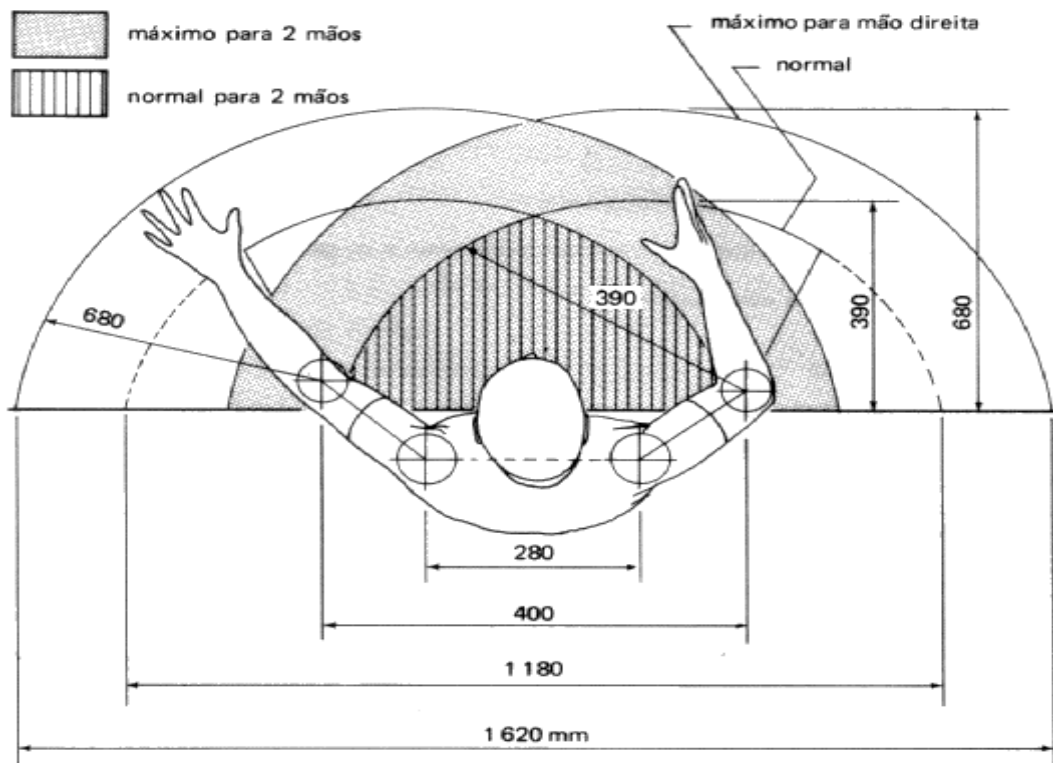


FIGURA 12 – Movimentação em um posto de trabalho

Fonte: Fullmann (1975)

c) Concepção de ferramentas e equipamentos

Ao analisar uma operação, deve-se levar em conta que as mãos devem ser dispensadas de todos os trabalhos que possam ser feitos mais vantajosamente por um suporte, uma fixação ou dispositivo comandado pelo pé. Além disso, deve-se levar em conta que:

- as ferramentas devem ser combinadas sempre que possível;
- as ferramentas e os aparelhos devem ser pré-posicionados sempre que possível;
- quando cada dedo executa um movimento separado, a carga deve ser repartida segundo as capacidades de cada dedo;
- os cabos devem permitir a maior superfície de contato possível;
- as alavancas, barras e volantes devem permitir sua manobra com a menor modificação da postura e com o máximo rendimento mecânico.

2) Análise do Gráfico Homem-Máquina

A sistemática de elaboração e posterior análise do Gráfico Homem-Máquina também faz parte do Estudo do Trabalho e deve ser utilizada para que sejam determinados quais são os tempos de espera dos homens e das máquinas quando existe trabalho intermitente do operador e da máquina de ciclo automático. Fullmann (1975) apresenta um exemplo de uma análise de operação utilizando essa sistemática (Figura 13).

Exemplo de análise do gráfico Homem-Máquina - Operação: compra de café em torrefação. Participantes: cliente, operador e moedor (máquina).

“O freguês dirige-se ao balcão e pede ao balconista 1 quilograma de café, especificando marca e tipo. O balconista apanha o café em grão, abre o pacote, prepara o moedor, despeja e aciona a máquina. O comprador e o balconista esperam durante 21 segundos, a moagem do café. Terminada a moagem, o balconista coloca o café em pó no pacote, pesa e entrega ao freguês. Este paga ao balconista, que registra a venda, coloca o dinheiro na caixa registradora e dá o troco.”

	HOMEM				MÁQUINA			
	Freguês	Tempo (s)	Balconista	Tempo (s)	Moedor	Tempo (s)		
0	Pede 1Kg de café	5	Ouve a ordem	5	Parada	5		
10	Espera	15	Pega café, coloca na máquina, regula e aciona a máquina.	15	Parada	15		
20	Espera	21	Espera	21	Moe o café	21		
30	Espera	12	Desliga moedor, coloca café no saquinho, pesa e fecha.	12	Parada	12		
40	Espera	17	Entrega o café, recebe, registra e dá o troco.	17	Parada	17		
50	Recebe café, paga e recebe o troco.							
60								
70								


 Sem atividade

FIGURA 13 – Gráfico Homem-Máquina
Fonte: Fullmann (1975)

Após analisar a operação e elaborar o Gráfico Homem-Máquina, é necessário verificar como eliminar e/ou melhor utilizar o tempo parado. Este é o objetivo principal desse tipo de análise. No exemplo acima, o tempo total disponível, somando-se o tempo de cada um dos 3

elementos (cliente, operador e máquina), é de 210 segundos e o tempo total parado dos 3 elementos, é de 118 segundos, ou seja, 56,1% do tempo total.

3.5.3.3 Medida do Trabalho

A Medida do Trabalho caracteriza-se pela aplicação de certas técnicas visando determinar o tempo necessário à execução de uma operação, por uma pessoa adaptada e treinada ao método específico, em ritmo normal, calculado segundo normas de rendimento bem definidas. A técnica normalmente utilizada para a medida do trabalho é a cronometragem. Essa técnica permite fixar de maneira precisa, partindo de um número limitado de observações, o tempo necessário à execução de uma dada operação (Niebel, 1988; Barnes, 1977).

Segundo Fullmann (1975) e Niebel (1988), a Medida do Trabalho tem vários objetivos, sendo os mais importantes:

- análise do modo operativo, no início da fabricação ou durante a implementação de melhorias;
- fixação da tarefa horária;
- repartição equitativa das tarefas entre executantes;
- previsão de efetivos;
- preparação dos tempos de execução;
- determinação do número de máquinas atribuíveis a um executante;
- plena utilização da capacidade de produção;
- planejamento, programação e controle da produção;
- cálculos de custos padrão, estimativa de custo de produto novo;
- determinação dos tempos padrões para prêmios de produção;
- controle de custo da mão-de-obra, entre outros.

Conforme Niebel (1988), os materiais necessários para realizar uma cronometragem são os seguintes:

- cronômetro;
- prancheta de cronometragem;
- folha de levantamento de tempos (Figuras 14 e 15);
- lápis e calculadora;
- metro duplo de fita;

Instrumentos úteis:

- dinamômetro a mola para medir pesos transportados, esforços estáticos ou dinâmicos;
- termômetro e higrômetro para determinar a temperatura e a umidade relativa do local de trabalho;
- fotômetro para determinar o aclaramento no plano de trabalho;
- aparelho fotográfico para registrar configurações do posto e do executante;
- conta-giros.

CROQUIS															FOLHA DE ESTUDO DE TEMPOS			Nº
															Empresa:			Nº
															Peça:			Nº
															Operação:			Nº
															Operário:			Nº
															Seção:			Nº
															Máquina ou Posto de Trabalho			Número
															Ferramentas e Dispositivos		Símbolos	
Descrição dos Elementos														Tempo normal				
OBS.:																		
Observado por: Em / / D.E. / /																		
Tolerâncias															Tempo normal			
Pessoal															Tolerâncias Totais			
Fadiga															VALOR PONTO P/ PÉ EM CENTÉSIMOS DE SEGUNDO			
Limpeza															<input type="text"/>			
Lubrificação																		
P/ ferramenta																		
Imprevistos															TEMPO POR PAR		Produção Hora:	
TOTAL															TOTAL		Produção Dia:	

FIGURA 14 – Exemplo de folha para realização de cronometragem (lado A)

Fonte: Barnes (1977) e Niebel (1988)

A cronometragem deve ser precedida de uma coleta de informações relativas à atividade a cronometrar, a fim de conhecer, em detalhes, o objetivo da atividade, as modificações implantadas e os tempos de levantamentos anteriores.

De acordo com Fullmann (1975), antes de se iniciar uma cronometragem, é necessário adquirir o máximo de conhecimento a respeito da operação que será medida, consultando a seguinte documentação:

- desenhos da peça fabricada ou das peças montadas;
- fichas de instrução e de especificação do posto;
- folhas de levantamentos de tempos anteriores;
- estudo do cálculo prévio de custo;
- folhas de cronometragem de fabricações similares.

Ao se realizar um estudo objetivando a medida de tempo de uma operação através do uso da cronometragem, deve-se levar em consideração que, durante a jornada de trabalho, o rendimento médio geral varia conforme a curva representada na Figura 16 (Fullmann, 1975; Barnes 1977), portanto, deve-se evitar os períodos de início de atividades pela manhã e após o almoço, bem como os de fim de atividade, quando a fadiga é mais sentida (Niebel, 1988).

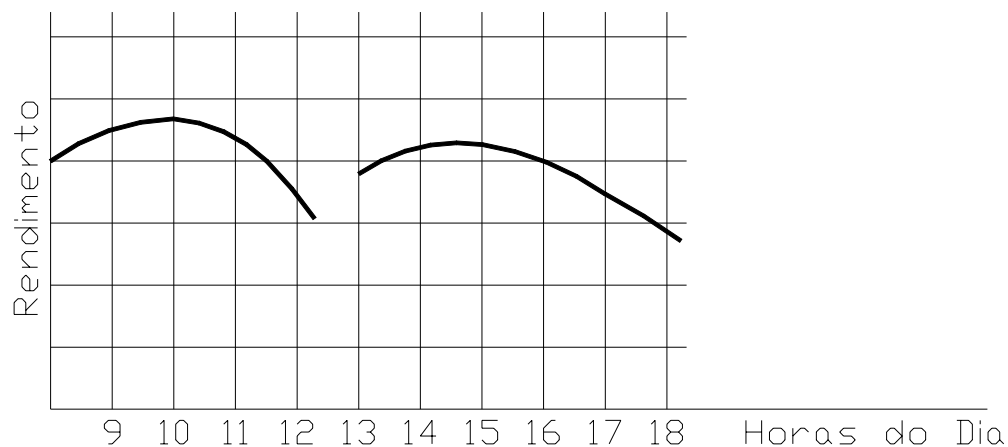


FIGURA 16 – Gráfico do Rendimento Médio Diário

Fonte: Fullmann (1975) e Barnes (1977)

Existem estudos que objetivam especificamente analisar e eliminar as causas de baixa produtividade e os problemas de qualidade relacionados com a fadiga do trabalhador. Esses

estudos são conhecidos por “Estudos Ergonômicos de Tempo” e são usados para determinar se o operador está trabalhando em um ritmo que pode lhe causar problemas biomecânicos, trazendo como consequência lesões por esforço repetitivo e fadiga (Ousnamer, 2000).

Após realizada a preparação para a cronometragem, duas etapas devem ser seguidas. A primeira, na fábrica, permite observar e registrar tudo o que acontece no posto de trabalho quando o cronoanalista aplica seus conhecimentos de: *i)* cronômetro e métodos de leitura; *ii)* avaliação do ritmo do operador; e *iii)* decomposição do trabalho em elementos, ou seja, divisão do trabalho em partes (ex.: pegar, pintar, largar) e número de ciclos a cronometrar. A segunda, no escritório, quando uma análise detalhada é feita com os dados da folha de levantamento (Figuras 14 e 15), permite fixar os tempos-padrão.

Conforme Niebel (1988), ao realizar-se uma cronometragem é necessário dividir a operação em elementos e ciclos. Elemento é o nome que se dá a cada parte distinta constituinte de um trabalho. Por ciclo de trabalho entende-se a série completa dos elementos necessários ao cumprimento de uma atividade ou de uma dada tarefa ou à obtenção de uma unidade de produção. Há casos em que os elementos não aparecem a cada ciclo. O ciclo começa no início do primeiro elemento de trabalho e termina assim que reencontrar o mesmo ponto, repetindo a atividade ou operação. Aí, começa o ciclo seguinte e assim por diante (Barnes, 1977; Taylor 1960). De acordo com Fullmann (1975), os elementos podem ser:

- repetitivos – que se reencontram a cada ciclo;
- constantes – de especificação e duração idênticas, reencontráveis em uma ou várias operações;
- variáveis – cujos tempos variam em função de características do produto, do material ou do processo;
- ocasionais – reencontráveis a intervalos regulares ou não depois de vários ciclos;
- estranhos à operação – encontrados sem fazer, necessariamente, parte da operação estudada.

3.5.4 Considerações finais sobre a Análise do Processo e Análise das Operações

É possível obter melhorias substanciais sempre que forem desenvolvidas maneiras de impedir que as perdas ocorram ao invés de corrigi-las após seu aparecimento (Shingo, 1996). Em

relação à Análise do Processo e Análise das Operações, três etapas podem ser apresentadas como forma de resumir o que foi apresentado até o momento:

- primeira etapa: nesta primeira etapa a Análise do Processo é realizada com o foco voltado para o produto. A técnica da Análise do Valor é utilizada objetivando redesenhar o produto para reduzir custos sem que seja alterada a sua qualidade. Cada parte (componente) do produto deve ser analisada segundo a lógica da Análise do Valor, verificando-se a sua “função” e seu “valor” para o cliente.
- segunda etapa: depois de concluída a Análise do Processo, cujo foco deve estar voltado para o produto, é realizada uma Análise do Processo de fabricação desse produto. A técnica utilizada é o Fluxograma do Processo. Ao ser realizado o mapeamento do processo (sempre com o foco voltado para a transformação da matéria-prima - MFP) torna-se mais fácil identificar, eliminar e/ou reduzir as perdas existentes. Essas perdas devem ser identificadas considerando-se as Sete Classes de Perdas do STP.
- terceira etapa: finalmente, após aplicar a Análise do Valor ao produto, realizado o mapeamento do processo através do Fluxograma do Processo e utilizada a lógica das Sete Classes de Perdas do STP para identificar, eliminar e/ou reduzir as perdas, toda a atenção deve ser voltada à operação. Nessa etapa, a Engenharia de Produção, através das técnicas relacionadas ao Estudo do Trabalho (Estudo de Métodos e Medida do Trabalho - cronometragem), é utilizada com o objetivo de otimizar a maneira como são realizadas as operações que fazem parte do processo produtivo.

Em todas as três etapas é possível a utilização dos Cinco Porquês. Esse método facilitará a identificação do que está sendo realizado desnecessariamente e o que deve ser eliminado.

3.6 *POKA-YOKE*

3.6.1 Considerações iniciais

Objetivando operacionalizar o Controle de Qualidade Zero Defeitos (CQZD), foram criados na *Toyota Motor Company*, em 1961, os dispositivos de detecção de anormalidade denominados *Poka-Yoke*. O objetivo dos *Poka-Yokes* é viabilizar a inspeção 100% na fonte com *feedback* rápido e, conseqüentemente, eliminar a perda decorrente da fabricação de produtos defeituosos. Tais dispositivos são particularmente importantes quando o objetivo é o controle de

qualidade com zero defeitos. Eles são, em sua maioria, utilizados para garantir um processamento livre de falhas, mas podem também ser aplicados às operações de transporte, inspeção e estocagem (Ghinato, 1996). Os dispositivos *Poka-Yoke* também estão presentes na automação.

A idéia da utilização de dispositivos *Poka-Yoke* surgiu a partir da invenção do tear auto-ativado, por Sakichi Toyoda. O tear era uma máquina que, através de um dispositivo *Poka-Yoke*, parava quando alguma anormalidade acontecia. Isso possibilitava a um único operário cuidar de várias máquinas ao mesmo tempo. A detecção de anormalidades no processo, a interrupção desse processo e a correção da anormalidade dependem, em grande parte, da utilização desses dispositivos (Ghinato, 1996).

3.6.2 Conceito de *Poka-Yoke*

Um dispositivo *Poka-Yoke* é um mecanismo de detecção de anormalidades que, acoplado a uma operação em regime de inspeção 100%, objetiva impedir a execução irregular de uma atividade. A expressão *Poka-Yoke* pode também ser traduzida como “mecanismo à prova de falhas” (*foolproof mechanism*), sendo um recurso utilizado para apontar ao operador a maneira adequada de realizar uma determinada operação. Em resumo, é uma forma de bloquear as principais interferências (normalmente decorrentes de erros humanos) na execução de uma operação. Esses dispositivos caracterizam-se pelo fato de: *i*) serem utilizados em regime de inspeção 100%; *ii*) dispensar a constante atenção do operador àquilo que está sendo processado; *iii*) reduzir ou eliminar defeitos através de “*feedback*” e ação corretiva imediata; e *iv*) serem simples e de baixo investimento para a aplicação (O’Connor, 1999; Ghinato, 1996; Fisher, 1999; Ohno, 1997; Shingo, 1996).

Alguns exemplos de tipos de *Poka-Yoke* citados por Shingo (1996) vêm descritos a seguir:

- dispositivos que impedem uma peça de encaixar em um gabarito se algum erro operacional tiver sido feito;
- dispositivos que impedem uma máquina de iniciar o processamento se houver algo errado com a peça que está sendo trabalhada;
- dispositivos que impedem uma máquina de iniciar o processamento se algum erro operacional tiver sido feito;

- dispositivos que corrigem erros operacionais ou de movimento e permitem que o processamento prossiga;
- dispositivos que obstruem defeitos através da verificação de erros no processo precedente, impedindo-os de seguirem ao próximo, em caso positivo;
- dispositivos que impedem o início de um processo se alguma peça do processo anterior tiver sido esquecida.

De acordo com Ohno (1997) os dispositivos *Poka-Yoke* podem também, apenas sinalizar através de apitos, buzinas e sinais luminosos, a ocorrência de uma anormalidade, apontando a necessidade de correção sem que seja necessário parar a linha de fabricação.

Para que haja um melhor entendimento do assunto, além de conceituar especificamente os dispositivos *Poka-Yoke*, são necessárias outras importantes definições. Essas definições são apresentadas a seguir.

- CQZD – Método que tem como objetivo garantir que um sistema seja capaz de produzir “consistentemente” produtos livres de defeitos através da Inspeção na Fonte, Inspeção 100%, *Feedback* Imediato e utilização de *Poka-Yokes* (Ghinato, 1996).
- Inspeção – É o processo de medição, exame, teste ou qualquer outra comparação do produto com os requisitos aplicáveis. Pode ser executada com o objetivo de descobrir, eliminar e/ou reduzir defeitos (Ghinato, 1996; ASQC, 1983).
- Inspeção na Fonte – Inspeção de caráter preventivo, pois a função controle é aplicada na origem do problema e não sobre resultados – é uma inspeção para eliminar defeitos (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).
- Inspeção 100% - Nesse tipo de inspeção, diferentemente da inspeção por amostragem, tudo é inspecionado (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).
- Inspeção por Julgamento – É o tipo de inspeção aplicada aos produtos de forma a classificá-los como não defeituosos ou defeituosos – uma inspeção para descobrir defeitos (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).
- Inspeção Informativa – Objetiva transmitir todas as informações a respeito de um defeito para que ações corretivas sejam imediatamente adotadas – é uma inspeção para reduzir defeitos (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).

- Controle Estatístico de Qualidade (CEQ) – Sistema estatístico aplicado ao controle do processo. Objetiva a previsibilidade do processo e a decorrente oportunidade de ação antes da ocorrência seqüencial de falhas ou não conformidades. A inspeção é realizada através de amostras e não 100%. Segundo Shingo (1996) e Ghinato (1996), não é indicado quando se objetiva o “zero defeito”.
- Sistema de Inspeção Sucessiva (SIS) – Sistema mais eficaz que o Controle Estatístico de Qualidade. Essa modalidade de inspeção é estendida a todas as estações de processamento, de forma que cada trabalhador inspecione o item recebido do processo anterior antes de executar o processamento que lhe cabe. Esse tipo de inspeção foi desenvolvido objetivando a inspeção 100% (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).
- Sistema de Auto-Inspeção (SAI) – Caracteriza-se pelo fato de que o próprio operador responsável pelo processamento realiza a inspeção. A eficácia do sistema está no fato de haver um *feedback* instantâneo. Esse tipo de inspeção deve ser sempre preferível ao da inspeção do tipo sucessiva, porém, ele torna-se difícil de utilizar quando a inspeção depende da sensibilidade do operador (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).
- *Feedback* Imediato – Caracteriza-se pela redução do tempo decorrido entre a detecção de uma anormalidade e a aplicação da ação corretiva (Ghinato, 1996).
- Anormalidade – Acontecimento fora do padrão desejado. Pode ser proveniente de um erro ou defeito (Fisher, 1999; Shingo, 1996; Ghinato, 1996).
- Erro – É normalmente inevitável, devido ao fato de as pessoas não conseguirem ficar concentradas durante todo o tempo em suas atividades nem lembrar de todas as instruções que recebem. Caracteriza-se pela execução imperfeita de alguma atividade, capaz de gerar dano ao objeto, aos fatores de produção ou ao planejamento do fluxo de atividades - o erro é um defeito em potencial (Fisher, 1999; Ghinato, 1996).
- Defeito – Distanciamento de uma característica de qualidade de seu nível ou estado desejado, que ocorre com uma severidade suficiente para levar um produto ou serviço a não satisfazer requisitos de uso normalmente desejados ou razoavelmente previsíveis. Defeitos acontecem porque erros são cometidos (Fisher, 1999; Ghinato, 1996; ASQC, 1983).

3.6.3 Classificação dos dispositivos *Poka-Yoke*

Shingo (1996) classifica os dispositivos *Poka-Yoke* de acordo com o “propósito” e “técnicas” utilizadas, desdobrando-se conforme apresentado na Figura 17.

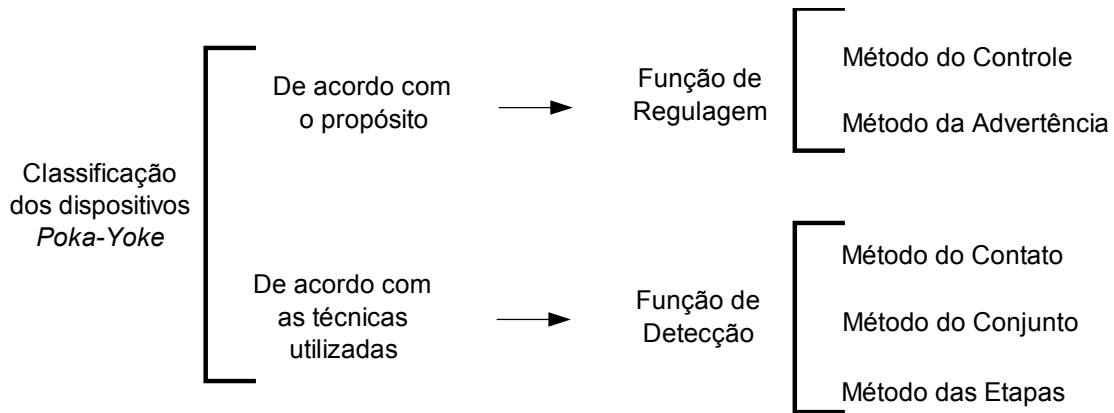


FIGURA 17 – Classificação dos dispositivos à prova de falhas (*Poka-Yoke*)

Fonte: Adaptado de Ghinato, 1996 p. 117

A Função de Regulagem define o método a ser utilizado de acordo com o objetivo pretendido. Dependendo da gravidade, frequência e/ou conseqüências do problema, existem duas situações que podem ser utilizadas:

- Método do Controle - após detectar uma anormalidade, este método interrompe a execução da operação, de forma que a ação corretiva seja imediatamente implementada, evitando-se, com isso, a geração de defeitos em série. O CQZD depende da ampla utilização desse tipo de método (Ghinato, 1996; Shingo, 1996);
- Método da Advertência – este método, após detectar a anormalidade, ao invés de parar o processamento, apenas sinaliza a ocorrência do desvio através de sinais sonoros (buzinas, sirenes, tons musicais etc.) e/ou sinais luminosos (lâmpadas coloridas, lampejos intermitentes etc.) de forma que a atenção dos responsáveis seja atraída e as ações corretivas possam ser implementadas em tempo. O Método de Advertência é aconselhado quando a implantação do método do controle é economicamente inviável e a frequência do defeito é baixa e este puder ser corrigido (Ghinato, 1996; Shingo, 1996).

A Função de Detecção pode ser dividida em três categorias, conforme o tipo de mecanismo de detecção utilizado:

- Método do Contato - este método caracteriza-se pela detecção de anormalidade na forma ou dimensão, e na presença de tipos específicos de defeitos, através de dispositivos que se mantêm em contato com o produto durante o processo de inspeção. Diferenças na tonalidade de pinturas, por exemplo, também podem ser detectadas por este método, usando-se sensores capazes de captar luzes refletidas na superfície do produto (Ghinato, 1996);
- Método do Conjunto - este método é utilizado em operações que possuem uma seqüência de movimentos pré-estabelecidos. O objetivo deste método é garantir que nenhum desses movimentos ou passos seja negligenciado. Este objetivo é alcançado através da contagem automática e controle do número de movimentos realizados (Ghinato, 1996);
- Método das Etapas – é utilizado quando existe um padrão pré-estabelecido de movimentos. Este método evita que o operador realize, por engano, uma etapa que não faz parte do procedimento pré-estabelecido (Shingo, 1996; Ghinato, 1996).

3.6.4 Escolha do método *Poka-Yoke*

De acordo com Ghinato (1996), um dispositivo *Poka-Yoke* em si não é um sistema de inspeção, mas um método para detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção.

Se a Inspeção Sucessiva, que detecta defeitos depois que eles ocorrem, não for a maneira mais eficaz de eliminar os defeitos naquele processo específico, outro sistema deve ser usado. Portanto, o primeiro passo na escolha e adoção de métodos de controle de qualidade efetivos é identificar o sistema de inspeção que melhor satisfaz as necessidades de um determinado processo (Controle Estatístico de Qualidade, Método de Inspeção Sucessiva e Método de Auto-Inspeção).

O passo seguinte é identificar um método *Poka-Yoke*, que poderá ser de Controle ou Advertência, que seja capaz de satisfazer a função de inspeção desejada. Somente depois de definido o método apropriado deve-se considerar qual o tipo do dispositivo *Poka-Yoke* que deverá ser utilizado, seja ele de Contato, de Conjunto ou de Etapas.

3.6.5 Considerações finais

A utilização dos dispositivos *Poka-Yoke* depende especificamente do tipo de processo e da natureza da anormalidade (erro ou defeito) que se queira detectar. Os baixos custos normalmente envolvidos indicam que a grande maioria dos dispositivos empregados são simples, requerendo muito mais engenhosidade e criatividade do que recursos sofisticados e complexos.

O desenvolvimento da indústria de dispositivos (sensores) e mecanismos de medição e controle tem ampliado as possibilidades de utilização desses recursos nos dispositivos *Poka-Yoke*. Existem diversos tipos de dispositivos de detecção e medição que podem ser utilizados na construção de *Poka-Yokes*. Dentre esses, destacam-se células limitadoras, micro-células, células de contato, células fotoelétricas, sensores de posicionamento, sensores de vibração, detectores de metais, contadores, termopares, temporizadores etc (Ghinato, 1996).

De acordo com Shingo (1996) e Ghinato (1996), a implementação dos dispositivos *Poka-Yoke* é facilitada quando algumas regras básicas e simples são consideradas:

- tomar um processo piloto e fazer uma lista dos erros mais comuns cometidos pelos trabalhadores;
- priorizar os erros em ordem de frequência;
- priorizar os erros em ordem de importância;
- projetar dispositivos *Poka-Yoke* para impedir os erros mais importantes das duas listas;
- utilizar *Poka-Yokes* de advertência nos casos em que a frequência do defeito é baixa e este puder ser corrigido;
- utilizar *Poka-Yokes* de controle quando o defeito é impossível de ser corrigido;
- fazer sempre uma análise de custo-benefício antes de implantar um dispositivo *Poka-Yoke*;
- analisar a frequência de ocorrência dos erros e o custo antes de decidir se devem ser eliminados através de dispositivos *Poka-Yoke* ou por inspeção convencional;
- sempre que economicamente possível, preferir a aplicação dos dispositivos *Poka-Yoke* em substituição a outros métodos de inspeção.

Ghinato (1999) relaciona algumas situações onde a utilização de dispositivos *Poka-Yoke* é apropriada:

- operações manuais nas quais o operador deve necessariamente manter-se atento;

- situações onde um “mau posicionamento” das peças em processamento possa acontecer;
- situações onde ajustes são necessários;
- sempre que o Controle Estatístico de Processo (CEP) for difícil de aplicar ou aparentemente ineficiente;
- em linhas de fabricação onde diversos modelos estiverem em produção simultaneamente.

Ghinato (1999) cita também algumas situações onde a utilização desses dispositivos é ineficiente:

- em caso onde o controle da qualidade demande a realização de ensaios destrutivos;
- em linhas onde a velocidade da produção é muito alta;
- em situações onde mudanças ocorrem mais rapidamente do que os dispositivos podem responder;
- em situações onde as Cartas de Controle utilizadas no CEP são utilizadas eficazmente, em conjunto com a auto-inspeção.

CAPÍTULO 4

4 ESTUDO DE CASO (APLICAÇÃO DE CONCEITOS DO STP EM UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CALÇADOS)

Conforme citado anteriormente, o objetivo principal deste trabalho de dissertação é implementar conceitos do STP para melhorar um processo de fabricação de calçados.

Os objetivos específicos do trabalho são: *i*) revisar a literatura sobre o Sistema Toyota de Produção (STP), especialmente as Sete Classes de Perdas e os dispositivos *Poka-Yoke*; *ii*) utilizar a lógica do Mecanismo da Função Produção (MFP) para realizar a Análise do Processo, tendo em vista, primeiramente, o produto através da Análise do Valor e, em um segundo momento, o processo em si através do Fluxograma do Processo; *iii*) analisar e melhorar, segundo a lógica do MFP, uma das operações do processo de fabricação de calçados estudado através da utilização de técnicas relativas ao Estudo do Trabalho; *iv*) identificar, reduzir e/ou eliminar as perdas do processo e da operação analisada, segundo as Sete Classes de Perdas do STP e, finalmente, *v*) reportar a utilização prática de dispositivos *Poka-Yoke*, objetivando verificar a possibilidade de uso no processo de fabricação de calçados.

O primeiro dos objetivos específicos, relativo à revisão da literatura sobre o STP, foi alcançado através dos desenvolvimentos apresentados no capítulo anterior (Capítulo 3) desta dissertação. Neste capítulo, serão relatadas as ações para alcançar os demais objetivos acima listados.

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo é dividido nos seguintes itens:

- Ambiente onde é realizado o estudo de caso - neste item, é apresentada a empresa onde o estudo de caso é realizado. São comentadas questões do tipo: dados gerais de identificação, organograma hierárquico, tipo de arranjo físico predominante, o produto (calçado), o macro fluxo da empresa e descrição da linha de fabricação analisada;

- Desenvolvimento da pesquisa – comentam-se as ações realizadas em cada uma das etapas que caracterizam a pesquisa-ação e que foram realizadas para alcançar os objetivos desejados nesta dissertação;
- Análise do Processo (foco no produto) – de acordo com Shingo (1996) o primeiro passo a ser realizado em uma análise de processo, segundo a lógica do MFP, é a análise do produto. Neste item, é apresentado o trabalho realizado em um modelo de calçados, através da utilização da técnica da Análise do Valor;
- Análise do Processo (foco no processo em si) – após ter aplicado a técnica da Análise do Valor ao produto, o próximo passo, sugerido por Shingo (1996), é a análise do processo de fabricação deste produto. Neste item, é apresentado um exemplo prático de análise de um processo de fabricação de calçados;
- Análise da Operação – finalmente, após aplicar a técnica da Análise do Valor ao produto e da Análise de Processo na fabricação do calçado, a idéia, seguindo a lógica do MFP, é a análise das operações. Neste item é descrita a utilização da técnica do Estudo do Trabalho, realizada em uma das operações do processo produtivo. A idéia não é melhorar todas as operações do processo analisado. Mesmo havendo possibilidade de melhorias em outras operações, pretende-se analisar somente uma das operações do processo, como forma de demonstrar a viabilidade de uso da técnica;
- Perdas identificadas e sugestões de melhoria – neste item, é dada uma importância especial às perdas identificadas na Análise do Processo e da Operação. As classes de perdas encontradas são descritas e melhorias são sugeridas;
- Exemplos de dispositivos *Poka-Yoke* implementados – objetivando mostrar a viabilidade da utilização desses dispositivos em um processo de fabricação de calçados, este item apresenta alguns exemplos práticos implementados.

Na Figura 18 é possível visualizar graficamente o que foi realizado no estudo de caso, especificamente o que se refere aos últimos cinco itens citados acima, ou seja, a análise do processo com o foco no produto, a análise do processo com o foco no processo em si, a análise de uma operação do processo, a identificação das perdas em cada um destes casos e, em um segundo momento, a implantação de dispositivos *Poka-Yokes*.

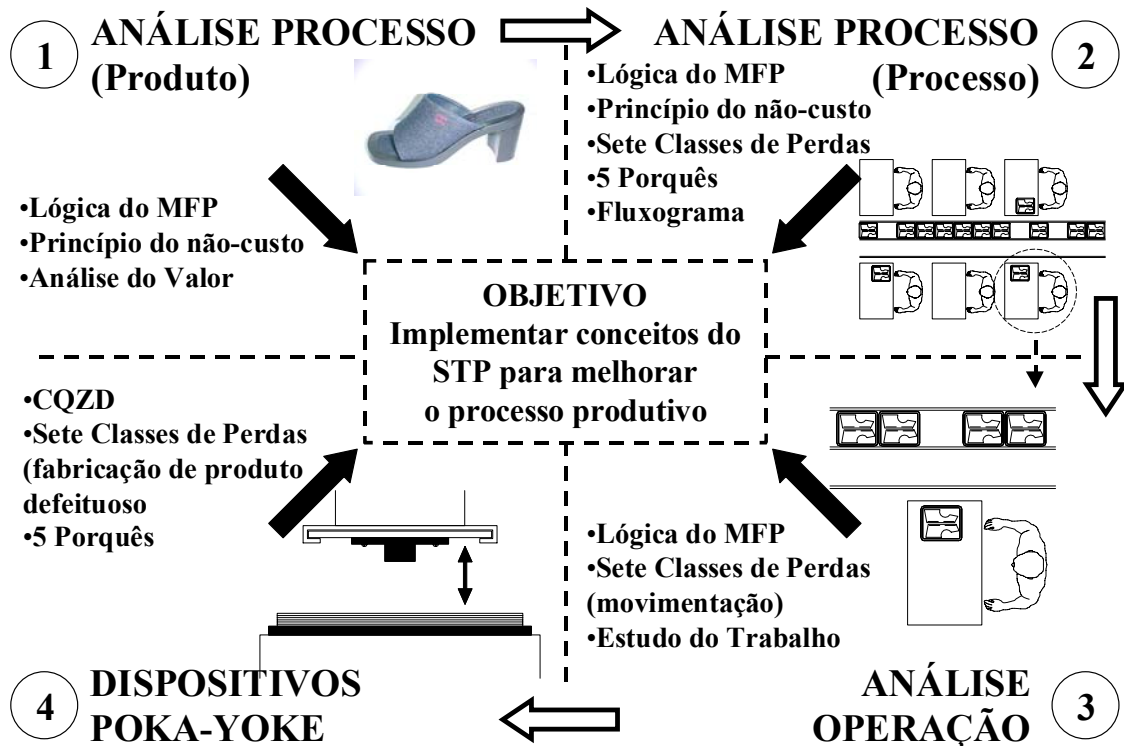


FIGURA 18 – Representação gráfica do estudo de caso

Fonte: Elaborado pelo autor

Para facilitar a execução dos trabalhos na empresa analisada, uma mesma sistemática foi desenvolvida e utilizada em cada um dos trabalhos práticos elaborados. A sistemática utilizada resume-se em:

- escolher uma equipe para a realização do trabalho prático. Essa equipe, dentro do possível, deve ter participantes do Setor de Tempos e Métodos, Área de Desenvolvimento, Setor de Materiais e pessoas do próprio setor onde é realizado o trabalho;
- reunir a equipe para apresentar o que será realizado, técnicas a serem utilizadas e verificar o que o grupo já conhece a respeito do assunto;
- despertar o interesse da equipe em relação à elaboração do trabalho;
- treinar a equipe para o uso das técnicas a serem utilizadas;
- montar um cronograma de atividades;
- realizar os trabalhos;
- realizar uma reunião objetivando agradecer a colaboração de todos os envolvidos e apresentar os resultados.

O procedimento acima foi adotado na elaboração da Análise do Valor, Análise do Processo, Análise da Operação e implementação dos dispositivos *Poka-Yoke*.

4.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Para uma melhor compreensão do que é apresentado no estudo de caso, este item objetiva dar informações a respeito da empresa onde este estudo é realizado. Além dos dados gerais de identificação, será apresentado *i)* o organograma hierárquico, *ii)* o tipo de arranjo físico predominante, *iii)* algumas informações sobre o produto (calçado) e, finalmente, *iv)* o macro fluxo da empresa e uma descrição rápida da linha de fabricação de calçados analisada.

4.2.1 Dados gerais de identificação

A razão social da empresa onde é realizado o estudo de caso é Calçados Reifer Ltda. O principal ramo de atividade é a fabricação de calçados femininos para exportação. A quantidade de pares fabricados durante o ano varia entre 3,5 a 4 milhões de pares. Essa diferença acontece em função da variação no tempo total de fabricação de cada modelo, ou seja, como a quantidade de mão-de-obra se mantém quase que inalterada, quanto menor for o tempo de fabricação, maior é a capacidade de produção. Além da Matriz, a empresa é constituída de cinco unidades de fabricação, totalizando uma área construída de 40.622,76 m².

A empresa possui 2.400 funcionários (março/2002) e sua participação no mercado brasileiro de calçados entre o período de 1995 a 2000 foi de 2,63%. Toda a produção é exportada para os Estados Unidos da América. A produção é exportada por via marítima ou aérea, dependendo da necessidade do cliente. A empresa conta com diversos fornecedores, de diferentes partes do mundo.

4.2.2 Organograma hierárquico

O organograma hierárquico (Anexo A) da empresa Calçados Reifer Ltda. possui seis níveis assim designados: Operário (nível 1); Supervisor de setor (nível 2); Supervisor de área (nível 3); Supervisor geral de fábrica (nível 4); Gerente de Departamento (nível 5) e Diretor (nível 6).

4.2.3 Tipo de arranjo físico predominante

O arranjo físico predominante da empresa é do tipo “por produto” (Machline, 1979; Diedrich, 1996). O arranjo físico de cada uma das dezoito linhas de fabricação é similar e alterado conforme a necessidade de cada modelo a ser fabricado. Como o tamanho médio dos pedidos é de aproximadamente 15.000 pares, em várias ocasiões, no mínimo, uma vez por mês o arranjo físico é alterado. Cada esteira transportadora produz de 600 a 1.200 pares de calçados por dia, dependendo, conforme já mencionado, do tempo de fabricação do modelo. Para produzir essa quantidade de pares, são utilizados, em média, 120 funcionários (operários e supervisores).

4.2.4 O produto (calçado)

O “calçado” é dividido em três partes básicas: solado, palmilha de montagem e cabedal. Para se obter essas partes e posteriormente montá-las, são necessárias mais de 150 diferentes operações. Essas operações vão sendo realizadas ao longo de uma linha de fabricação com um *lead time* de quatro horas, entre o início do processo (abastecimento da esteira transportadora) e a embalagem do produto acabado na expedição. As partes do calçado denominadas de palmilha de montagem e solado são fabricadas em outros locais dentro da empresa. O corte das peças de materiais sintéticos como reforços, dublagens e outras são também processadas em outro local.

4.2.5 Macro fluxo da empresa analisada

A Figura 19 apresenta o macro fluxo geral da empresa, com os setores que abastecem a linha de fabricação de calçados analisada.

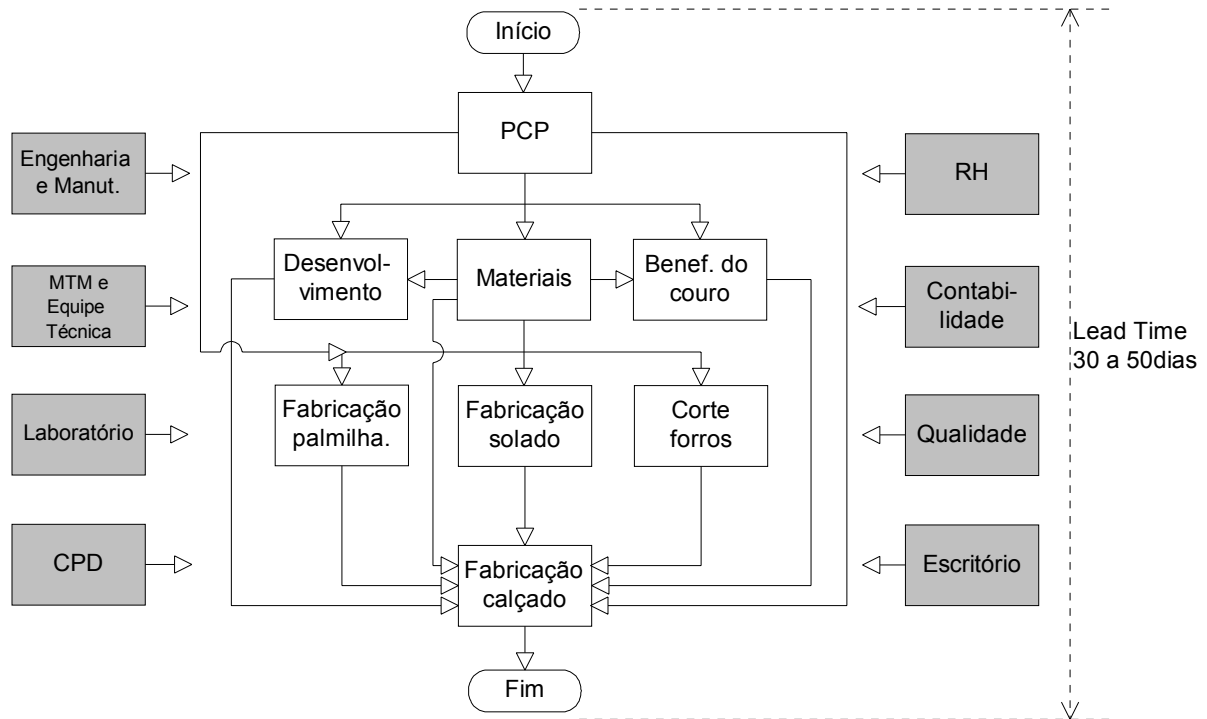


FIGURA 19 – Macro fluxo da empresa analisada

Fonte: Empresa analisada

4.2.6 Linha de fabricação de calçados analisada

Como o assunto tratado no estudo de caso diz respeito ao processo produtivo de uma linha de fabricação de calçados, os principais aspectos a ela relacionados são analisados nesta seção. São eles: o macro fluxo, a esteira transportadora, as máquinas e equipamentos, a mão-de-obra, o *lead time* e o sistema de inspeção.

a) Macro fluxo da linha de fabricação de calçados

O macro fluxo deste setor pode ser visualizado na Figura 20, sendo composto por cinco sub-setores: corte de couro, chanfração, costura, montagem e acabamento. No setor de corte de couro, são cortadas as peças necessárias para a confecção da parte superior do calçado, denominada cabedal. O setor de chanfração tem como objetivo chanfrar as bordas das peças cortadas, de forma a diminuir as marcas causadas pela sobreposição das mesmas. No setor de costura, são realizadas todas as demais operações necessárias para a confecção do cabedal. A parte da junção do cabedal, da palmilha de montagem e do solado ficam por conta do setor de

montagem e, finalmente, o setor de acabamento tem por finalidade realizar operações objetivando embelezar o produto e embalá-lo.

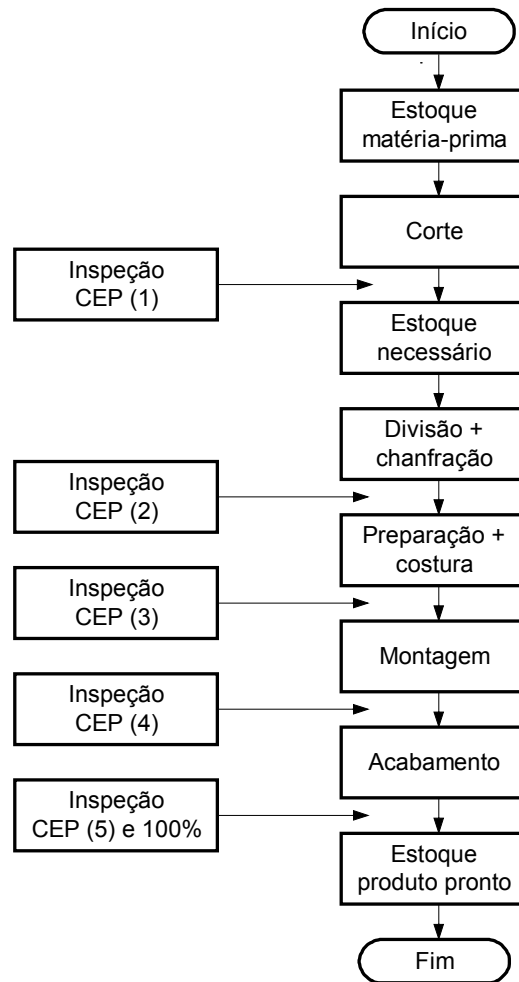


FIGURA 20 - Macro fluxo de uma linha de fabricação de calçados

Fonte: Empresa analisada

b) Esteira transportadora

A linha de fabricação de calçados analisada no estudo de caso é similar a todas as demais linhas de fabricação da empresa (Figura 21). Caracteriza-se por fazer uso de uma esteira transportadora de 80 metros de comprimento, com 0,75 metros de altura e 0,65 de largura. A esteira transportadora possui regulador de velocidade que é ajustado conforme a necessidade, levando-se em consideração a baixa destreza dos operários no período inicial da fabricação do modelo e a possibilidade de recuperar alguma perda de produção quando isso é necessário. A velocidade da esteira varia entre 25 e 50 segundos por metro.



FIGURA 21 - Linhas de fabricação de calçados da empresa analisada

Fonte: Empresa analisada

c) Máquinas e equipamentos

Aproximadamente 25 diferentes tipos de máquinas e equipamentos são utilizados na linha de fabricação. O número varia em função do tipo de calçado a ser fabricado. Mais de 100 máquinas são utilizadas no total. Uma grande quantidade dessas máquinas é montada e regulada especificamente para o modelo que está em fabricação e uma parte significativa pode ser ergonomicamente ajustada aos operários. A empresa utiliza um sistema de manutenção preventiva; no entanto, cada linha de fabricação possui uma equipe de manutenção treinada para realizar também a manutenção corretiva.

d) A mão-de-obra

Em uma linha de fabricação trabalham aproximadamente 100 funcionários, sendo que 5 são supervisores. A mão-de-obra é incentivada a melhorar sua *performance* através de um sistema de sugestões que premia monetariamente cada sugestão aprovada e implementada. Também é utilizado um sistema de prêmio salarial em função da *performance* geral da linha. O sistema de prêmio salarial leva em consideração *i)* a quantidade/dia de produção *ii)* a qualidade do produto, *iii)* as faltas ao trabalho e *iv)* as entregas.

e) *Lead time*

O *lead time* do processo é de aproximadamente 4 horas. O estoque intermediário varia entre 300 e 600 pares, dependendo da quantidade de larguras existentes na numeração. Existe um estoque de 250 pares de peças cortadas entre o setor de corte de couro e abastecimento da esteira transportadora. Esse estoque causa uma espera de duas horas, aproximadamente, e é necessário para que se tenha um mínimo de “fôrmas de montagem” no processo. A não existência deste estoque aumentaria em 100% a quantidade de fôrmas necessárias para a montagem do calçado.

f) Sistema de inspeção

Além da inspeção 100% no final da linha de fabricação, existem 5 postos com Controle Estatístico de Processo (CEP). Aproximadamente 10% do calçado é desclassificado na revisão final, por não estar conforme a amostra do produto que é aprovada pelo cliente exportador. Normalmente poucos ajustes são necessários para tornar esse produto conforme, porém, existem situações em que não basta uma simples correção no produto. Nesses casos, ele precisa ser refabricado. O volume de retrabalho por problemas graves é de aproximadamente 2,5% do total produzido.

4.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este item tem como finalidade apresentar de forma sucinta os passos sugeridos no início desta dissertação objetivando o desenvolvimento da pesquisa.

O caso prático apresentado nesta dissertação caracteriza-se por uma grande interação do autor com a equipe de funcionários, supervisores e técnicos da empresa analisada. A proposta de aplicação de conceitos do STP e os passos seguidos no desenvolvimento desta dissertação a caracterizam como sendo do tipo “pesquisa-ação”.

Conforme já mencionado no Capítulo 3, o objetivo da pesquisa-ação é integrar a observação e a ação. Para que isso seja alcançado, é necessária uma cumplicidade entre o pesquisador e a equipe de trabalho, objetivando a busca de soluções para os problemas observados.

A condução de uma pesquisa-ação demanda a realização das seguintes etapas: *i*) Etapa Exploratória; *ii*) Etapa Principal; *iii*) Etapa de Ação e *iv*) Etapa de Avaliação. A parte prática das etapas aplicadas na realização do estudo de caso é brevemente apresentada na seqüência. Para facilitar o entendimento deste item, antes de descrever a realização prática da etapa, serão relembrados os conceitos apresentados no Capítulo 3.

- Etapa Exploratória

Esta etapa caracteriza-se pela busca de informações relativas ao assunto e pelo contato inicial entre o pesquisador e os membros da organização onde a pesquisa é realizada, objetivando a detecção de problemas e possibilidades de ação.

A parte prática desta etapa caracterizou-se pela realização de várias reuniões. A primeira delas ocorreu com a presença da Direção da empresa, e foram apresentados os objetivos pretendidos neste trabalho de dissertação. A idéia da utilização dos conceitos e técnicas do STP já havia sido sugerida anteriormente pela Direção da empresa. Também foram realizadas diversas reuniões com as equipes criadas para acompanhar cada uma das atividades práticas do estudo de caso (Análise do Valor, Análise do Processo - identificação das Sete Classes de Perdas, Análise da Operação e implementação de dispositivos *Poka-Yoke*). Nessas reuniões informava-se a todos os participantes o assunto em questão e eram discutidos os problemas e as possibilidades de solução. Vários técnicos que não participavam das equipes foram consultados. Fornecedores externos também foram consultados objetivando obter o máximo de informações pertinentes.

- Etapa Principal

Nesta fase são utilizadas técnicas objetivando coletar informações e medir resultados alcançados com o método atualmente em uso. Esses dados são discutidos entre o grupo participante. Nessa fase também é estudado, mais detalhadamente, o método de aplicação das técnicas que serão utilizadas. Esta etapa caracterizou-se pelo estudo das seguintes técnicas: Análise do Valor, Fluxograma de Processo, Cinco Porquês e Estudo do Trabalho – Estudo dos Movimentos e Medida do Trabalho (cronometragem).

- Etapa de Ação

Esta fase é caracterizada pela operacionalização das idéias desenvolvidas. É nessa fase que as ações objetivando melhoria passam da teoria para a prática.

Esta etapa caracterizou-se pelo estudo de caso realizado. Nesse estudo, inúmeras ações foram realizadas a nível de chão de fábrica. Cada uma das equipes criadas foi coordenada pelo autor desta dissertação. Alguns membros participavam de mais de uma equipe; em função disso, convencionou-se que cada atividade deveria ser encerrada para que a próxima fosse efetuada. Os trabalhos foram realizados na seqüência sugerida pelo STP, ou seja: Análise do Produto, Análise do Processo e, finalmente, Análise da Operação. Os dispositivos *Poka-Yoke* foram identificados e implementados no final de todas essas atividades.

Cada equipe realizou várias reuniões para verificar o andamento dos trabalhos e discutir possíveis dúvidas. Em algumas situações, cada membro de equipe ficou responsável por uma atividade específica; dessa forma, o trabalho fluía mais rapidamente. Da mesma forma como na etapa exploratória (Etapa 1), técnicos e fornecedores externos, que não participavam das equipes, foram consultados.

- Etapa de Avaliação

Tem por objetivo avaliar o conhecimento adquirido no decorrer das etapas acima descritas, com a finalidade de resgatar o máximo de conhecimento produzido no decorrer do processo.

A fase de avaliação caracterizou-se, em um primeiro momento, pela discussão, em várias reuniões, ao longo da realização do estudo de caso (4 meses), das idéias e conclusões que foram surgindo ao longo do tempo e, em um segundo momento, pelas discussões que ainda estão sendo realizadas mesmo após o término da realização deste trabalho.

4.4 ANÁLISE DO PROCESSO (FOCO NO PRODUTO)

4.4.1 Considerações iniciais

Conforme mencionado no Capítulo 3, os processos devem ser analisados de duas maneiras: a primeira consiste em analisar o produto em si através da Análise do Valor, e a segunda, em analisar o processo de fabricação desse produto. Portanto, neste item será apresentada a Análise do Processo com o foco voltado ao produto. No item seguinte (4.5), a análise tem como foco o processo de fabricação em si.

4.4.2 Análise do Valor

Até poucos anos atrás, o preço dos calçados era estabelecido pela própria empresa. Devido ao aumento significativo da oferta de fabricantes de calçados, tanto no mercado interno como no internacional, atualmente os preços são estabelecidos pelo mercado. Essa situação retrata o que foi descrito no Capítulo 3, mais especificamente no item relacionado ao princípio do não-custo, onde, diferente da equação antiga ($\text{Preço} = \text{Custo} + \text{Lucro}$), a nova equação ($\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$) deixa como opção apenas um esforço direcionado à redução do custo do produto.

Conforme Csillag (1995), normalmente assume-se um valor-meta de redução de custo a ser atingido. Neste caso prático, convencionou-se não estabelecer tal valor por dois motivos: *i*) ele seria um valor arbitrário, pelo fato de não existir base relacionada à indústria calçadista, e *ii*) a idéia discutida em reunião com os membros da equipe que realizou a Análise do Valor foi a de não estabelecer limite máximo nos ganhos, pois concluiu-se que isso seria o ideal para a empresa.

Em relação ao modelo de calçado analisado (Anexo B), convencionou-se que todos os 47 componentes (Anexo D) poderiam ser questionados. Algumas alterações poderiam ser confirmadas como viáveis ou não pelos próprios técnicos da empresa e outras deveriam ser analisadas por técnicos da Companhia de Exportação que representa o cliente final.

A Análise do Valor foi aplicada em um modelo de calçados seguindo os passos sugeridos em cada uma das etapas do Plano de Trabalho descrito no Capítulo 3. As etapas que compõem esse Plano de Trabalho são: Fase de Orientação, Fase de Informação, Fase Criativa, Fase de Análise, Fase de Planejamento, Fase de Execução do programa, e Fase de Resumo e Conclusões.

A seguir, será descrito como cada uma dessas fases foi elaborada para que a prática da Análise do Valor (Anexo C) fosse executada.

Para a coleta e o processamento dos dados necessários para a realização da Análise do Valor, foi elaborada uma planilha com base no exemplo apresentado por Csillag (1995; p. 195 a 201). Considerou-se também importante lembrar, no início de cada item a seguir, o conceito das fases de uma Análise do Valor.

4.4.3 Fase de Orientação

Nesta fase devem ser respondidas questões do tipo: o que deve ser desempenhado, quais são os desejos e as necessidades reais do consumidor, quais são as características e propriedades desejadas quanto ao peso, dimensões, aparência, vida desejada etc.

Esta fase caracterizou-se pela utilização de diversas informações contidas na Ficha Técnica (documento onde são registradas as informações fornecidas pelo cliente na ocasião em que é negociado o preço) do modelo de calçado analisado. Essa ficha técnica contém todas as características e propriedades que cada um dos itens que compõem o produto deve ter. Além disso, existe um “pé base” (utilizado como padrão de qualidade) do calçado aprovado pelo cliente. As características relativas à aparência e consistência do produto fabricado devem ser semelhantes a esse pé.

É interessante observar que o “pé base” é fabricado na própria empresa analisada e segue algumas indicações fornecidas pelo cliente (o cliente, neste caso, é a Companhia de Exportação que realiza a intermediação entre o lojista e a fábrica de calçados analisada). Isso significa que, fabricado e aprovado o “pé base”, torna-se mais difícil qualquer alteração envolvendo o produto e/ou seus componentes.

4.4.4 Fase de Informação


Nesta fase deverão ser coletados todos os fatos e informações disponíveis sobre: custos, quantidade, fornecedores, investimentos, métodos de manufatura, informações sobre o mercado fornecedor, controle de qualidade, embalagem etc. As funções principais devem ser

estabelecidas, definidas e avaliadas. Nesta fase devem ser também determinadas as funções secundárias.

A elaboração desta fase caracterizou-se por reuniões realizadas com várias pessoas pertencentes aos departamentos da empresa (Materiais, Desenvolvimento, Custos, Técnico, Engenharia, Manutenção e outros).

No Quadro 1 é possível ter uma visão parcial da planilha utilizada para a coleta de dados referentes a Fase de Orientação e Fase de Informação. A planilha completa pode ser visualizada no Anexo C.


QUADRO 1 - Análise das funções

		ANÁLISE DO VALOR							LEGENDA: V = Visível U = Uso P = Principal		NV = Não visível E = Estima S = Secundário		
		FUNÇÕES – ANÁLISE											
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO													
Produto: Calçado		Funções: Proteger pé (P) / Embelezar pé (S) / Apresentar status (S)							Tipo: Tamanco				
Modelo: Jill Slide		Referência: 19005			Construção: 242			Total de pares do pedido: 28.308					
O QUE É			O QUE FAZ						CUSTO				
N.º	Componentes	Fornecedor	Verbo	Substantivo	Status	Função		Neces.	U.M.	Valor R\$	Consumo par	Custo Par R\$	% sobre total
					V/NV	U/E	P/S	S/N					
01	Palmilha METRO Eva Pal. M.2010 OR.4005 3mm	Amapá	Eliminar	Marcas	NV	U	P	Sim	CH	3,03	0,0048	0,0145	0,1277
02	Etiqueta tecido Tommy H.85x14AZ/BCO A.ADE	Tecel	Mostrar	Marca	V	E	P	Sim	ML	77,87	0,0020	0,1557	1,3712
03	Ilhós Ferro PP 51x8,5mm sem banho	Primo Ponto	Prender	Alma	NV	U	P	Sim	DA	0,16	0,2000	0,0320	0,2818
04	Enfeite Reb. Ferro p/ Palmilha N.70	Met. Dallmac	Prender	Alma	NV	U	P	Sim	KG	7,17	0,0004	0,0029	0,0255
05	Falso Tec Bidim Feltro Gr 220 p/ enchimento	Grin	Eliminar	Marcas	NV	U	P	Sim	M²	1,75	0,0126	0,0221	0,1946
06	Pregos máquina 1,8x26mm c/Ac	GIM do Brasil	Prender	Salto	NV	U	P	Sim	KG	5,41	0,0043	0,0233	0,2052
07	Pregos Parafusos Centro Salto 2,8x26mm	GIM do Brasil	Prender	Salto	NV	U	P	Sim	KG	9,28	0,0027	0,0251	0,2210
Continua...													
COORDENADOR													
Nome: Hélio Diedrich				Assinatura:						Data: 26/03/2002			

4.4.5 Fase Criativa

Esta fase tem como objetivo gerar alternativas. As alternativas geradas devem ter como consequência a eliminação das funções desnecessárias, ou maneiras mais simples de satisfazer a função requerida. Nessa fase, o julgamento deve ser temporariamente suspenso. Especialistas devem ser consultados. Ao final, deve-se ter chegado a uma lista de alternativas. Como nas fases anteriores, a equipe encarregada de realizar a Análise do Valor procurou seguir o exemplo apresentado por Csillag (1995). Uma série de possibilidades de melhoria foi levantada durante a elaboração da análise. Essas melhorias podem ser visualizadas no Quadro 2.

QUADRO 2 – Geração de idéias

 <i>Calçados Reifer Ltda.</i>		ANÁLISE DO VALOR	
		CRIATIVIDADE	
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO			
Produto: Calçado		Funções: Proteger pé (P) / embelezar pé (S) / apresentar status (S)	Tipo: Tamanco
Modelo: Jill Slide		Referência: 19005	Construção: 242
		Total de pares do pedido: 28.308	
N.º	DESCRIÇÃO DAS IDÉIAS		
01	Eliminar fitas reforço (entrada do pé e região dos dedos)		
02	Eliminar dublagem da gáspea		
03	Trocar alma de aço por alma de arame		
04	Trocar papel bucha por armação plástica		
05	Eliminar encapeador		
06	Trocar material da chapinha de metal utilizada para aumentar resistência da colagem do salto		
07	Eliminar Sílica Gel (realizar testes de laboratório para verificar eficiência da sílica)		
08	Imprimir informações na caixa corrugada objetivando a eliminação do uso de etiquetas informativas		
09	Eliminar rebite da alma de aço		
10	Eliminar palmilha Metro EVA		
11	Eliminar tecido enchimento que objetiva reduzir as marcas do solado		
12	Eliminar parafuso de fixação do salto		
13	Trocar reforço rosa pelo pardo 3mm		
14	Utilizar recouro na capa de salto (substituir capa de salto de couro)		
15	Salto plástico com material reciclado		
16	Trocar para adesivo mais barato (outra marca)		
17	Eliminar reticulador utilizado no adesivo para aumentar resistência ao calor e óleos		
18	Trocar linhas de costura (outra marca mais barata)		
19	Trocar caixa par por similar nacional		
20	Utilizar etiqueta com colagem direta (termo colante)		
21	Usar papel bucha mais barato (pardo por dentro)		
22	Reduzir o comprimento do prego utilizado para fixar o salto		
23	Eliminar papelão para ajustar apoio salto tamanho 2		

4.4.6 Fase de Análise

Nesta fase o julgamento passa a ter um papel muito importante. Cada idéia deve passar por uma cuidadosa análise para verificar sua viabilidade. As idéias são quantificadas e as prioridades estabelecidas. No fim desta fase, são decididas quais alternativas devem ser estudadas.

Durante a realização desta fase, observou-se que existia uma resistência por parte das pessoas da área de desenvolvimento em relação às idéias sugeridas. Alguns paradigmas estavam sendo questionados e algumas pessoas não aceitavam o fato de que estavam erradas e que as alternativas escolhidas em relação aos componentes e itens utilizados na época em que o “pé base” foi desenvolvido não eram as que proporcionavam o menor custo.

Decidiu-se então, realizar um treinamento sobre a técnica da Análise do Valor com toda a equipe de técnicos e supervisores da área de Desenvolvimento (Modelagem). O treinamento passou a influenciar positivamente essas pessoas e a resistência às alterações diminuíram.

O resultado prático relativo à Fase de Análise pode ser observado no Quadro 3.

QUADRO 3 - Análise das idéias geradas

		ANÁLISE DO VALOR	
		SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE IDÉIAS	
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO			
Produto: Calçado		Funções: Proteger pé (P) / embelezar pé (S) / apresentar status (S)	Tipo: Tamanco
Modelo: Jill Slide		Referência: 19005	Construção: 242
		Total de pares do pedido: 28.308	
N.º	DESCRIÇÃO DAS IDÉIAS	DESCRIÇÃO DAS CRÍTICAS	
01	Eliminar fitas reforço	Viável (verificar sentido de corte do material)	
02	Eliminar dublagem	Viável	
03	Trocar alma de aço por alma de arame	Viável (conferir necessidade do cliente)	
04	Trocar papel bucha por armação plástica	Inviável (o custo é maior que o papel)	
05	Eliminar encapeador	Viável (porém, é necessário utilizar capa de salto de recouro)	
06	Trocar material da chapinha	Viável (verificar possibilidade de eliminar – realizar testes)	
07	Eliminar Sílica Gel	Viável (realizar testes de laboratório)	
08	Imprimir informações na caixa corrugada	Inviável (as informações são muitas e mudam a cada lote)	
09	Eliminar rebite da alma de aço	Viável (o ilhós provavelmente pode ser eliminado)	
10	Eliminar palmilha Metro EVA	Inviável (altera o visual do modelo)	
11	Eliminar tecido enchimento	Viável (realizar testes)	
12	Eliminar parafuso	Viável (realizar testes)	
13	Trocar reforço rosa pelo pardo 3mm	Viável (a diferença no preço do material é de 13%)	
14	Utilizar recouro na capa de salto	Viável (realizar testes p/ verificar visual / ver com cliente nac.)	
15	Salto plástico com material reciclado	Viável (realizar testes de extração do salto)	
16	Trocar para adesivo mais barato (outra marca)	Viável (verificar política da empresa)	
17	Eliminar reticulador	Viável (realizar testes de resistência de colagem)	
18	Trocar linhas (outra marca mais barata)	Inviável (cias. indicam os fornecedores em função dos lotes)	
19	Trocar caixa par por similar nacional	Viável (porém deve ser negociado com o cliente no exterior)	
20	Utilizar etiqueta com colagem direta (termo colante)	Viável (realizar testes / ver com cliente nacional)	
21	Usar papel bucha mais barato (pardo por dentro)	Viável	
22	Reduzir o comprimento do prego	Viável (realizar testes)	
23	Eliminar papelão para ajustar apoio salto tamanho 2	Viável (ajustar matriz de injeção)	


4.4.7 Fase de Planejamento

A Fase do Planejamento caracteriza-se pela divisão do trabalho em uma programação de áreas funcionais. O objetivo nesta fase é estudar as idéias viáveis para verificar quais são recomendadas.

Os pares de calçados modificados a partir das idéias surgidas com a Análise do Valor foram postos em uso para verificar o sucesso das alterações sugeridas. Estes pares foram analisados por vários técnicos da empresa; concluiu-se que as alterações sugeridas eram seguras e possíveis de serem implementadas.

O resultado prático relativo à Fase de Planejamento pode ser observado no Quadro 4.

QUADRO 4 - Seleção e avaliação de idéias

 <i>Calçados Reifer Ltda.</i>		ANÁLISE DO VALOR	
		SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE IDÉIAS	
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO			
Produto: Calçado		Funções: Proteger pé (P) / embelezar pé (S) / apresentar status (S)	
Modelo: Jill Slide		Referência: 19005	Construção: 242
		Tipo: Tamanco	
		Total de pares do pedido: 28.308	
IDÉIAS SELECIONADAS		AVALIAÇÃO	
01	Eliminar fitas reforço	Recomendado	
02	Eliminar dublagem	Recomendado	
03	Trocar alma de aço por alma de arame	Recomendado	
04	IDÉIA INVIÁVEL		
05	Eliminar encapeador	Não recomendado (deve ser alterado nos lotes)	
06	Trocar material da chapinha	Não recomendado	
07	Eliminar Sílica Gel	Não recomendado	
08	IDÉIA INVIÁVEL		
09	Eliminar rebite da alma de aço	Recomendado	
10	IDÉIA INVIÁVEL		
11	Eliminar tecido enchimento	Recomendado	
12	Eliminar parafuso	Não recomendado	
13	Trocar reforço rosa pelo pardo 3mm	Recomendado	
14	Utilizar recouro na capa de salto	Não recomendado (deve ser alterado nos lotes)	
15	Salto plástico com material reciclado	Recomendado	
16	Trocar para adesivo mais barato (outra marca)	Não recomendado	
17	Eliminar reticulador	Recomendado	
18	IDÉIA INVIÁVEL		
19	Trocar caixa par por similar nacional	Recomendado	
20	Utilizar etiqueta com colagem direta (termo colante)	Recomendado	
21	Usar papel bucha mais barato (pardo por dentro)	Recomendado	
22	Reduzir o comprimento do prego	Não recomendado	
23	Eliminar papelão para ajustar apoio salto tamanho 2	Recomendado	

4.4.8 Fase da Execução do Programa

Na Fase de Execução do programa, coletam-se mais informações pertinentes às melhorias e as especificações devem ser confirmadas. O impacto quanto à qualidade no ferramental, nos operadores e nos clientes deve ser avaliado nesta fase. Nesta fase as sugestões recomendadas são implementadas.


Esta fase caracterizou-se pela apresentação das alterações a todas as pessoas envolvidas, seguida de sua implementação.

4.4.9 Fase de Resumo e Conclusões


Esta fase caracteriza-se por um resumo da Análise do Valor realizada. Também nesta fase são apresentados os valores monetários relativos aos resultados obtidos.

Nos Quadros 5 e 6, podem ser visualizados os resultados que caracterizam a Fase de Resumo e Conclusões. Os comentários finais relativos a utilização da técnica da Análise do Valor são apresentadas no capítulo 5.

QUADRO 5 - Solução recomendada e resultado

	ANÁLISE DO VALOR			
	SOLUÇÃO RECOMENDADA			
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO				
Produto: Calçado	Funções: Proteger pé (P) / embelezar pé (S) / apresentar status (S)		Tipo: Tamanco	
Modelo: Jill Slide	Referência: 19005	Construção: 242	Total de pares do pedido: 28.308	
DETALHAMENTO				
Nº	Itens	CUSTO (R\$)		
		Original	Recomendado	Diferença
01	Eliminação das fitas de reforço (Fitas Rayon 4,0mm Tipo62import.).	0,0343	0,0000	0,0343
02	Eliminação da dublagem (Tec. Alg. Thermo Ades.F340/2 Natural).	0,1094	0,0000	0,1094
03	Troca da alma de aço por alma de arame.	0,2400	0,1000	0,1400
09	Eliminação do ilhós de ferro da alma de aço.	0,0320	0,0000	0,0320
11	Eliminação do tecido enchimento (Falso Tec. Bidim Feltro Gr 220).	0,0221	0,0000	0,0221
13	Troca do reforço rosa pelo pardo 3mm.	0,0769	0,0679	0,0090
15	Utilização de salto plástico com material reciclado.	0,7900	0,6320	0,1580
17	Eliminação do reticulador.	0,0104	0,0000	0,0104
19	Troca caixa par por similar nacional	1,0380	0,7266	0,3114
20	Utilização de etiqueta termo colante e outro fornecedor.	0,1557	0,0796	0,0761
21	Utilização de papel bucha mais barato (pardo por dentro).	0,2213	0,2029	0,0184
23	Eliminação do papelão para ajuste do apoio do salto tamanho 2.	0,0009	0,0000	0,0009
TOTAIS		2,7310	1,8090	0,9220
OBSERVAÇÕES				
Custo original de R\$11,36 por par. Com a diferença alcançada em função das soluções recomendadas (R\$ 0,92 por par), obtém-se um custo recomendado de R\$10,44 por par. A redução obtida foi de 8,10% nos componentes de um par.				
COORDENADOR				
Nome: Hélio Diedrich		Assinatura:		Data: 10/05/2002

QUADRO 6 - Resumo

 Calçados Reifer Ltda.	ANÁLISE DO VALOR	
	RESUMO	
IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO		
Produto: Calçado	Funções: Proteger pé (P) / embelezar pé (S) / apresentar status (S)	Tipo: Tamanco
Modelo: Jill Slide	Referência: 19005	Construção: 242 Total de pares do pedido: 28.308
CAUSA DA ANÁLISE: Alto custo (preço apresentado pelo cliente exige uma redução no custo do produto)		
EQUIPE: - Hélio Diedrich (coordenador) - Paulo Roberto Eidelwein	- Silmar Leidemer - André F. Plácido Alves - Vânia Kuntz	- Paulo R. Diel - Romano Scheibler
		PERÍODO: 04/02/2002 até 10/05/2002
RESULTADO		
DE	PARA	
1- Fitas de reforço (Fitas Rayon 4,0mm Tipo 62 import.)	1- Eliminada	
2- Tecido para dublagem (Tec.Alg.Thermo Ades.F340/2 Natural)	2- Eliminada	
3- Alma de aço	3- Alma de arame	
4- Ilhós de ferro da alma de aço	4- Eliminada	
5- Tecido enchimento (Falso Tec. Bidim Feltro Gr220)	5- Eliminada	
6- Reforço rosa	6- Reforço pardo	
7- Salto plástico de material virgem	7- Salto plástico de material reciclado	
8- Reticulador	8- Eliminada	
9- Caixa par importada	9- Caixa par nacional	
10- Etiqueta de tecido costurada	10- Etiqueta de tecido termo colante e troca de fornecedor	
11- Papel para bucha (Papel Seda Branco), 5 folhas por par	11- Papel p/ bucha (3 folhas brancas e 2 folhas pardo)	
12- Papelão para ajuste do apoio do salto no tamanho 2	12- Eliminada	
CUSTO TOTAL DO PEDIDO: R\$ 321.578,88	CUSTO TOTAL DO PEDIDO: R\$ 295.535,52	
REDUÇÃO DE CUSTO (TOTAL DO PEDIDO): R\$ 26.043,36 (8,10%)	VANTAGENS: Redução de custo	

4.5 ANÁLISE DO PROCESSO (FOCO NO PROCESSO EM SI)

4.5.1 Considerações iniciais

Após analisado o processo com o foco voltado ao produto (Análise do Valor), Shingo (1996) sugere que a análise passe a ter como foco principal o processo de fabricação do produto. Neste item será resumidamente relatada a Análise do Processo de fabricação de um modelo de calçados.

4.5.2 Análise do Processo

Para a realização da Análise de Processo (Anexo E), foi utilizada uma das dezoito linhas de fabricação da empresa analisada. O modelo de calçado analisado não é o mesmo que foi submetido à Análise do Valor, pois este último já havia sido fabricado quando os trabalhos envolvendo a Análise do Processo iniciaram. O modelo de calçado analisado pode ser visualizado no Anexo B. Todos os passos já comentados no início deste capítulo (4.1) foram executados.

Com a utilização do Fluxograma de Processo, cada uma das etapas do processo foi analisada e sua necessidade de existência foi questionada. Conforme sugerido no Capítulo 3, toda vez que uma pergunta sobre a necessidade de existência de uma etapa não era satisfatoriamente respondida, era colocada em dúvida a racional existência da mesma. A maior dificuldade encontrada na Análise do Processo foi utilizar a lógica do MFP. Em vários momentos da análise, cometeu-se o erro de desviar a atenção da matéria-prima e dos materiais para a operação. Em função disso, várias sugestões de melhoria da operação surgiram, antes mesmo de verificar se o processamento que estava acontecendo com a matéria-prima e os materiais era necessário. Após uma reunião para a revisão de conceitos e alguns exemplos práticos, o grupo que estava realizando a Análise do Processo passou a não mais cometer o mesmo erro. As perdas identificadas segundo as Sete Classes de Perdas do STP serão descritas mais adiante, podendo também ser visualizadas no Anexo E.

Durante a Análise do Processo, várias sugestões de melhorias foram relacionadas (Anexo F). Para facilitar a implementação dessas melhorias, decidiu-se priorizá-las em importância, de acordo com o impacto de sua implementação sobre o processo produtivo. A sistemática utilizada

baseou-se no estabelecimento de pesos subjetivos a cada uma das melhorias. Os pesos foram atribuídos conforme: a possibilidade de implementar a melhoria em outros modelos de calçados e quantidade de classes de perdas eliminadas com a implementação da melhoria. Três pesos foram utilizados na ponderação das melhorias (Tabela 5).

TABELA 5 – Convenção para ponderação das melhorias

Descrição	Peso 10	Peso 5	Peso 3
Incidência da melhoria sobre os modelos fabricados	Maioria dos modelos normalmente fabricados (mais 50%)	Minoria dos modelos (menos 50%)	Somente o modelo analisado
Redução e/ou eliminação de classes de perdas	Mais de Três Classes de Perdas	Duas a Três Classes de Perdas	Uma Classe de Perda

As perdas não foram quantificadas em valores monetários, porém, para facilitar o estabelecimento de uma prioridade na ação objetivando eliminá-las e/ou reduzi-las, foram coletadas informações a respeito de: distâncias, tempos, necessidade ou não de realização da etapa do processo, quantidade de classes de perdas envolvidas e, principalmente, se a etapa era específica do modelo analisado ou era comum em outros modelos de calçados normalmente fabricados.

Cento e setenta e oito etapas do processo em questão foram analisadas e cento e noventa e uma perdas foram identificadas. As etapas do processo e as classes de perdas identificadas estão distribuídas conforme Tabela 6.

TABELA 6 – Etapas e perdas do processo de fabricação

ETAPAS		CLASSES DE PERDAS	
Descrição	Qt.	Descrição	Qt.
Processamento	85	Superprodução	2
Transporte	74	Transporte	78
Inspeção	4	Processamento em si	22
Estoque de Materiais	0	Fabricação de Produtos Defeituosos	60
Espera do Lote	5	Estoque	15
Espera do Processo	9	Espera	14
Estoque do Produto	1	Movimentação	0
TOTAL	178	TOTAL	191

Da mesma forma como na Análise do Valor, as conclusões a respeito da Análise do Processo serão apresentadas no capítulo 5.

4.6 ANÁLISE DA OPERAÇÃO

Com uma Análise de Processo corretamente realizada, grande parte dos processamentos desnecessários são eliminados. Portanto, as operações que permanecerem após a análise são necessárias e, seguindo a lógica do MFP, devem ser analisadas objetivando eliminar e/ou reduzir as perdas nelas existentes.

Através da utilização das técnicas relativas ao Estudo do Trabalho, diversas melhorias poderiam ser implementadas nas operações que faziam parte do processo de fabricação de calçados analisado. Porém, conforme proposto, apenas uma das operações foi analisada. A sistemática utilizada e os resultados alcançados são apresentados a seguir.

Como muitas operações eram passíveis de melhoria, escolheu-se aleatoriamente uma operação para a análise. A operação era simples e resumia-se na colocação de uma fita de reforço de quatro milímetros em uma das extremidades de uma peça de couro (cada par necessita de duas dessas peças). A função da fita era evitar que a peça de couro espichasse, aumentando seu tamanho original. Caso o aumento de tamanho acontecesse, o produto final teria uma inconformidade e não seria aceito no controle de qualidade.

Segundo Fullmann (1975), o Estudo de Método deve sempre preceder à Medida do Trabalho. O objetivo é esgotar todas as possibilidades de melhoria relacionadas ao método, para somente depois medi-lo e estabelecer o novo padrão de tempo. Neste estudo, para fins didáticos, decidiu-se primeiramente medir o método em uso (convencionou-se chamar este método de “Método A” e o novo método de “Método B”), para depois aplicar a análise objetivando a melhoria de métodos. Isso possibilitaria um comparativo de tempo entre os dois métodos após implementação das melhorias.

A primeira atividade realizada pela equipe composta por dois cronoanalistas da empresa analisada, o gerente da linha de fabricação e o autor deste trabalho, foi a divisão e descrição detalhada dos elementos (nome dado às partes que compõem uma operação) da operação a ser melhorada. Ao mesmo tempo em que a descrição era realizada, os princípios de melhoria de

movimentos (utilização correta do corpo humano, disposição do posto de trabalho e concepção de ferramentas e equipamentos), verificados no Capítulo 3, eram considerados. Na seqüência, a operação foi cronometrada, procurando-se identificar “perdas decorrentes de movimentos desnecessários” e ociosidade.

Procurou-se realizar as medidas de tempo evitando horários de início e fim da jornada de trabalho, e próximos ao horário do almoço. Dessa forma, o trabalho estaria de acordo com o estabelecido no Capítulo 3, ou seja, contemplaria o Gráfico de Rendimento Médio Diário (Figura 16).

Na Figura 22, pode ser visualizado o método em uso antes da implementação das melhorias. A descrição desse método é realizada a seguir.

4.6.1 Descrição da operação antes das melhorias – Método A

O operador está posicionado em um dos lados da esteira transportadora (lado direito – de frente para o carregamento da esteira). Após terminar de processar um par de peças, o operador gira 90 graus para pegar o próximo par e novamente gira 90 graus para realizar a operação de colagem de fita. O método segue conforme os elementos descritos a seguir:

- retirar da caixa de transporte sobre a esteira, o par de peças de couro (1) a ser processado;
- levar as peças e posicioná-las sobre a mesa;
- apanhar a primeira peça e posicioná-la no local próximo à tesoura (2) e ao dispositivo com o rolo da fita 4 mm (3);
- pegar a ponta da fita e puxar para desenrolar do dispositivo (o elemento de puxar para desenrolar é repetido mais vezes durante a realização da operação);
- iniciar a colagem da fita em uma das extremidades da peça de couro, ir colando e pressionando a fita até a outra extremidade da peça de couro (4);
- largar a fita e apanhar a tesoura para cortá-la no local estabelecido (final da peça);
- cortar a fita no tamanho correto;
- largar a tesoura e a peça sobre a mesa;
- apanhar a próxima peça de couro e realizar o mesmo procedimento da primeira peça;
- apanhar as duas peças de couro, girar 90 graus e largar as duas peças na caixa de transporte correspondente;

- repetir o ciclo.

Após o surgimento de algumas dúvidas relativas a possíveis melhorias que poderiam ser implementadas no Método A, passou-se a envolver também o operador nas discussões. Essa decisão contribuiu bastante para o desenvolvimento do novo método a ser utilizado (método B).

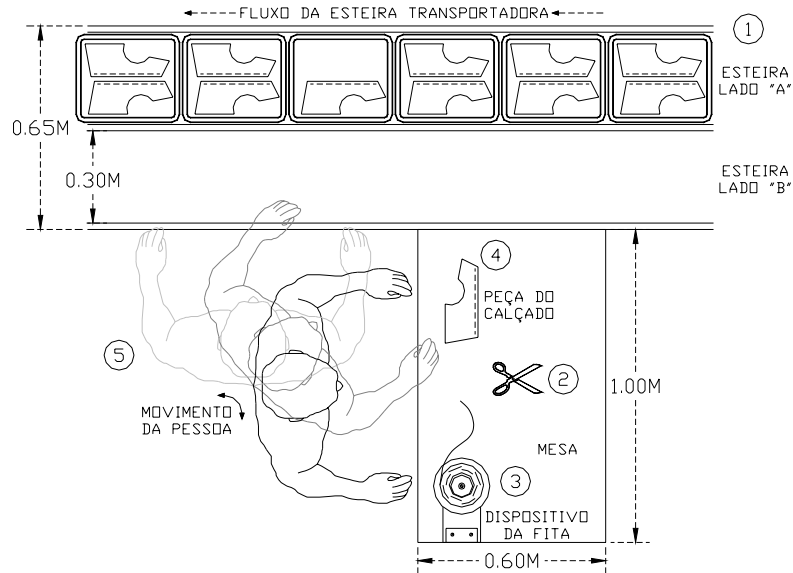


FIGURA 22 – Operação antes da análise – Método A

Fonte: Elaborado pelo autor

4.6.2 Descrição do método após as melhorias – Método B

Após a análise e melhoria da operação objetivando eliminar e/ou reduzir perdas através da utilização de técnicas relativas ao Estudo do Trabalho, a operação passou a ser realizada da seguinte maneira (Figura 23):

- retirar da caixa de transporte sobre a esteira, o par de peças de couro (1) a ser processado;
- levar as peças e posicioná-las sobre a banqueta com regulagem de altura;
- pegar a primeira peça e posicioná-la sobre o dispositivo de corte (7);
- pegar a ponta da fita no dispositivo de corte e puxar para desenrolar do dispositivo (o elemento de puxar para desenrolar é repetido mais vezes durante a realização da operação);
- iniciar a colagem da fita em uma das extremidades da peça de couro, ir colando e pressionando a fita até a outra extremidade da peça de couro, pressionar a fita sobre a navalha de corte (7) do dispositivo para cortá-la no tamanho adequado;
- cortar a fita no tamanho correto;

- apanhar a próxima peça de couro e realizar o mesmo procedimento da primeira peça (finalizada a colagem da fita, colar a ponta da mesma sobre o dispositivo de madeira);
- apanhar recipiente plástico com adesivo (6) e aplicar um friso de adesivo na extremidade contrária à da fita (nas 2 peças), e largar o recipiente – este elemento é novo; pôde ser acrescentado, em parte, pela ociosidade já existente no método antigo e, em parte, pela ociosidade que passou a existir em função das melhorias aplicadas;
- depois de realizada a aplicação do adesivo, pegar as duas peças de couro e largá-las na caixa de transporte correspondente;
- a partir daí, todo o ciclo é repetido.

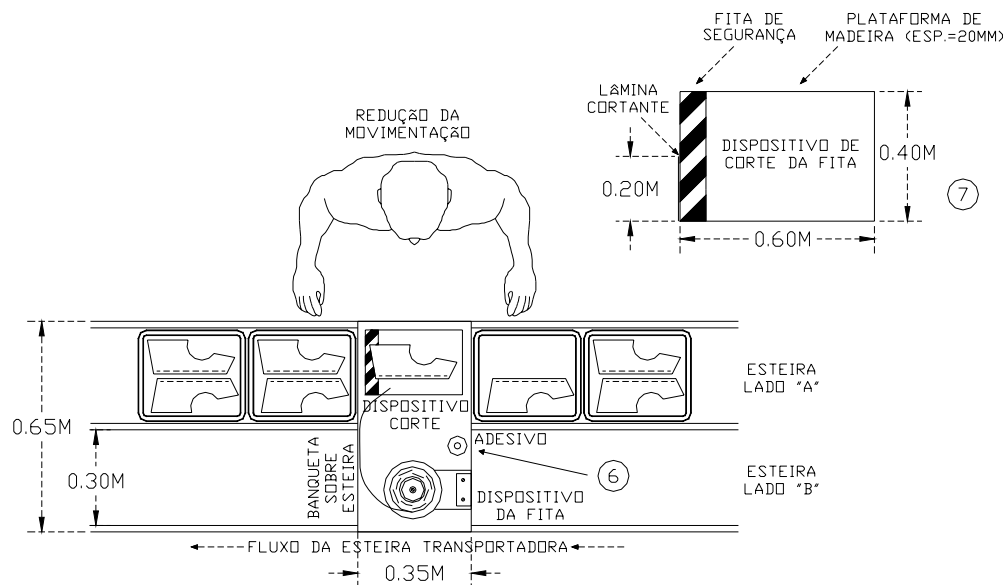


FIGURA 23 – Operação após melhoria – Método B

Fonte: Elaborado pelo autor

4.6.3 Melhorias implementadas na operação analisada

Para um melhor entendimento das melhorias implementadas na operação analisada, será realizada, a seguir, uma descrição de acordo com o princípio do Estudo de Movimentos utilizado.

Utilização correta do corpo humano: no Método A, o operador está posicionado de lado em relação à esteira transportadora. No Método B, essa posição é alterada. O operador passa a trabalhar no outro lado da esteira, de frente para a mesma e não mais necessita fazer o giro de 90 graus para apanhar e largar as peças na caixa de transporte. O deslocamento da visão também foi reduzido em função da alteração dessa posição, ocasionando uma provável diminuição na fadiga

do operador. Em relação aos demais movimentos do operador no Método A, constatou-se que satisfazem os princípios da correta utilização do corpo humano, portanto, não houve melhorias em relação a esses movimentos.

Disposição do posto de trabalho: com a nova posição do operador, o tempo dos elementos de pegar e largar diminuíram em 20%, possibilitando o acréscimo de um novo elemento (aplicar adesivo). Assim, a ociosidade do operador é eliminada (perda por movimentação). A posição do operador também foi melhorada. No Método A, a mesa não dispunha de uma regulagem de altura; no Método B, a mesa foi substituída por uma banquetta com regulagem de altura. O custo da banquetta é inferior ao de uma mesa. Em função disso e do fato da idéia poder ser implantada em outras operações do processo, não houve dificuldades quanto a sua aceitação.

Concepção de ferramentas e equipamentos: a utilização da tesoura foi eliminada. Em seu lugar, foi desenvolvido um dispositivo que possibilita o corte da fita sem que haja necessidade de largá-la toda vez que este elemento é completado. A lâmina foi posicionada de maneira a não haver possibilidade de acidentes.

A necessidade de produção diária da linha de fabricação na qual era realizada essa operação era de 1.050 pares/dia. Considerando o tempo do Método A, que era de 0,376 minutos por par, a capacidade de produção do funcionário era de 1.404 pares, havendo, portanto, ociosidade. Com o novo método, diminuiu-se o tempo da operação para 0,272 minutos por par, aumentando ainda mais a ociosidade do funcionário. Aglutinou-se, então, outra operação feita por outra pessoa, cujo tempo é de 0,218 minutos por par. O tempo resultante da operação, após aglutinação das operações, é de 0,49 minutos por par. Assim, a capacidade de produção da funcionária passou a ser de 1.077 pares diários, atendendo, com uma pequena folga, a necessidade de produção da linha (Tabela 7).

TABELA 7 – Comparativo de tempos entre Método A e B

Elemento	Método A (segundos)	Método B (segundos)	Diferença (percentual)
Pegar peças	0,050	0,040	20,00%
Colar fita	0,192	0,192	0,00%
Cortar fita com tesoura	0,084	Eliminado	100,00%
Largar peças	0,050	0,040	20,00%
SUB TOTAL	0,376	0,272	27,66%
Aplicar adesivo	Não existia	0,218	-
TOTAL	0,376	0,490	-
Necessidade produção/dia - 1.050	1.404 pares	1.070 pares	-

Fonte: Setor de MTM da empresa analisada

Essa melhoria de método resultou na sobra do funcionário que aplicava adesivo. Esse funcionário foi transferido para uma outra linha de fabricação onde havia carência de mão-de-obra.

4.7 PERDAS IDENTIFICADAS E SUGESTÕES DE MELHORIA

As perdas encontradas na Análise do Processo e Análise da Operação são apresentadas neste item. Mesmo existindo outras classes de perdas citadas por autores como Antunes (1998), Ghinato (1996) e Mika (2001), neste trabalho foram consideradas apenas as Sete Classes de Perdas originalmente propostas por Shingo (1996).

As sugestões de melhoria estão relacionadas no Anexo F. É importante salientar que: i) como as perdas não foram medidas monetariamente, não existe uma idéia de quanto será reduzido em termos de custos com a implementação das sugestões de melhoria e ii) nem todas as sugestões de melhoria foram implementadas imediatamente pelo fato de, em alguns casos, haver necessidade de um estudo mais detalhado.

A Análise do Processo identificou as perdas que estavam acontecendo no momento em que esta análise foi realizada. Essas perdas relacionam-se especificamente ao modelo em fabricação. Algumas dessas perdas deixarão de existir quando o pedido for totalmente fabricado, outras, comuns a todos os modelos, continuarão presentes.

4.7.1 Perdas por superprodução

Caracteriza-se pela produção antecipada ou em quantidade maior do que a necessária.

Durante o desenvolvimento do Fluxograma de Processo, objetivando facilitar a Análise do Processo, constataram-se várias situações em que esse tipo de perda estava presente. Uma das mais presentes era a quantidade de materiais processados nos setores que abasteciam a linha de fabricação analisada. Esses setores, assim como a própria linha de fabricação analisada, seguem uma programação estabelecida pelo setor responsável pela programação e controle da produção (PCP). Como a facilidade em produzir o que havia sido estabelecido pelo PCP era maior nos setores de abastecimento (Setor de Corte de Forros, Fabricação de Palmilha e Solado) em função do menor grau de complexidade na fabricação desses insumos, normalmente era produzida uma quantidade além da necessária pela linha de fabricação.

Convém ressaltar que, além da perda por superprodução (antecipada), há risco de ocorrerem alterações nos insumos durante os primeiros dias de fabricação de um modelo de calçado, ou seja, os insumos podem ser alterados em relação ao seu formato e características originais, para adequar-se às necessidades da produção. Caso isso aconteça, uma perda do tipo “fabricação de produtos defeituosos” está também caracterizada. Outra perda visível neste exemplo é a perda por “estoques de produtos em processamento”.

Outro exemplo de perda por superprodução acontecia quando o setor de corte cortava as peças de couro em quantidade superior à que havia sido estabelecida. Isso ocorria porque esse setor continuava a produzir quando o restante da linha parava, criando um estoque cada vez maior de peças cortadas. Nesse caso, a perda por “estoques” também estava presente.

No setor onde as peças de couro eram chanfradas havia o hábito de processar peças antecipadamente. Nesse caso, quando um tipo de chanfro era alterado, várias peças já haviam sido chanfradas impedindo, muitas vezes, a possibilidade de ajustes, caracterizando a presença de perdas por “estoque de material em processamento” e perda por “fabricação de produtos defeituosos”.

4.7.2 Perdas por transporte

Este tipo de perda caracteriza-se pela existência de movimentações desnecessárias de materiais dentro do processo produtivo.

A linha de fabricação analisada utiliza uma esteira transportadora com oitenta metros de comprimento. A partir do momento em que os insumos eram abastecidos nessa esteira para que o processo iniciasse, cada operador, após executar a sua operação, devolvia a caixa de transporte à esteira transportadora (cada caixa contém os componentes necessários para produzir um par de calçados). O transporte que acontecia entre uma operação e outra era desnecessário, caracterizando uma perda “por transporte”.

Também foram constatados transportes desnecessários envolvendo operações que eram realizadas na linha de fabricação, porém não submetidas ao transporte da esteira. Tais transportes aconteciam devido a deficiências no arranjo físico.

4.7.3 Perdas no processamento em si

Estas perdas se caracterizam como partes do processamento que podem ser eliminadas sem que sejam afetadas as funções básicas do produto ou serviço.

Esta classe de perda foi identificada na linha de fabricação analisada, onde processamentos estavam sendo realizados sem que houvesse necessidade. Podem ser citados como exemplos: chanfros de peças, costuras, aplicação de fitas de reforço, aplicação de produtos objetivando ora amaciar, ora endurecer o material (couro) em processo, etc.

Outro problema constatado era a falta de utilização de “condicionantes”. Por exemplo: existiam situações em que era necessária a aplicação de um produto para amaciar as peças de couro, porque um determinado lote dessa matéria-prima estava muito duro, porém não havia controle para que fosse determinado quando essa operação deveria deixar de ser realizada, ou seja, o produto para amaciar continuava sendo aplicado mesmo após o recebimento e uso de um lote de couro mais macio.

4.7.4 Perdas por fabricação de produtos defeituosos

Caracteriza-se pela fabricação de produtos não conformes, que não satisfazem os requisitos de uso.

Esta classe de perda estava presente em praticamente todos os processamentos executados antes e ao longo da esteira transportadora. Em reunião realizada com supervisores e operários da linha de fabricação para tratar desse assunto, algumas causas foram levantadas: o fato de ser um processo manual, a falta de habilidade e distração dos operadores, a falta de treinamento adequado, o ritmo constante da esteira transportadora desconsiderando a variação do rendimento médio diário (Figura 16), os efeitos provocados pela curva de aprendizagem no início do processo de fabricação de um novo modelo (Jacinto, 2001) e a heterogeneidade dos diversos materiais utilizados para a confecção do calçado.

O percentual de couro gasto em refabricação em função da perda por fabricação de produtos defeituosos na linha analisada é de 1,5 a 2,5%. Dez por cento dos pares de calçados em processamento são retrabalhados por possuírem algum tipo de inconformidade que precisa ser corrigida.

4.7.5 Perdas por movimentação

Estas perdas são relacionadas a todos os movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação.

Em função do grande número de funcionários trabalhando na linha de fabricação analisada, foi fácil visualizar situações em que essa classe de perda estava presente. No entanto, conforme proposto como objetivo nesta dissertação, apenas uma das operações do processo foi submetida à técnica do Estudo do Trabalho, objetivando eliminar e/ou reduzir a perda por movimentação.

4.7.6 Perdas por espera

Este tipo de perda acontece quando nenhum processamento está sendo realizado no produto. Existem duas situações possíveis, com dois tipos de perdas cada: *i*) perdas por espera encontradas quando o foco está sendo dirigido ao processo – espera do lote e espera do processo,

e *ii*) perdas por espera encontradas quando o foco é dirigido à operação - espera dos trabalhadores e espera de máquinas.

Na Análise do Processo, várias situações foram identificadas em que um lote estava esperando para ser processado ou parte das peças de um lote estavam aguardando que as demais fossem processadas. Essas situações aconteciam no processamento que era realizado antes do abastecimento da esteira transportadora.

No caso das operações, como o fluxo do processo era contínuo (uma operação sendo realizada logo após a outra) e havia um pequeno estoque (3 a 6 pares) entre um e outro operador, perdas por espera não foram facilmente identificadas. Apenas em alguns casos em que o operador subsequente era mais rápido que o anterior e não havia, naquele momento, estoque entre os mesmos, foi visualizada essa classe de perda. O ciclo de tempo das operações era curto; dessa forma, enquanto a máquina realizava o processamento, o operador estava realizando a próxima etapa da operação. Em função disso, houve dificuldade para encontrar a perda caracterizada como “perda por espera da máquina”.

4.7.7 Perdas por estoque

Este tipo de perda acontece em função dos estoques de matéria-prima, materiais em processo e produtos acabados, tendo sido visualizado em vários momentos na Análise do Processo. Conforme já mencionado, existe um pequeno estoque (3 a 6 pares) entre uma operação e outra.

Os setores que abastecem a linha de fabricação do calçado (Setor de Corte de Couro, Setor de Corte de Forros, Setor de Palmilha, Setor de Solado, e Setor de Chanfração) produzem algum estoque, principalmente no início da fabricação de um novo modelo, devido à diferença que existe na curva de aprendizagem nesses setores; ou seja, eles produzem mais insumos do que a capacidade de utilização da linha de fabricação. Após alguns dias de produção do novo modelo, o estoque é reduzido, mas não eliminado.

Constatou-se a preocupação em não gerar estoques, evidenciada pela utilização de um sistema *Kanban* no setor de fabricação de solados que abastecia a linha de fabricação analisada. Nesse caso, em especial, a produção era “puxada” (produção acontece em função da necessidade

do setor subsequente) ao invés de “empurrada” (produção do setor subsequente não é considerada).

4.8 EXEMPLOS DE DISPOSITIVOS *POKA-YOKE* IMPLEMENTADOS

A descrição dos dispositivos *Poka-Yoke* implementados no estudo de caso é apresentada na seqüência. Para identificar possibilidades de melhoria através da utilização desses dispositivos, ouviu-se a opinião dos supervisores da linha de fabricação analisada para que fosse realizada uma lista dos erros mais comuns cometidos pelos trabalhadores. Esses erros foram priorizados e colocados em ordem de freqüência e importância segundo a opinião desses supervisores. Antes de descrever os dispositivos *Poka-Yoke* implementados, é importante salientar a diferença entre os conceitos de dispositivos *Poka-Yoke* e dispositivos criados objetivando uma melhoria de métodos. Todo dispositivo *Poka-Yoke* é um dispositivo de melhoria de métodos; no entanto, nem todo o dispositivo de melhoria de métodos é um *Poka-Yoke*. Somente caracteriza-se como dispositivo *Poka-Yoke* aquele que objetiva impedir (por controle) ou alertar (por advertência) a execução de um erro. É um recurso utilizado para apontar à máquina ou ao operador a maneira adequada de realizar uma operação (Shingo, 1996; Ghinato, 1996; Ohno, 1997; Ficher, 1999).

4.8.1 Dispositivo *Poka-Yoke* 01

Este dispositivo foi implementado em um dos setores que abastecia a linha de fabricação de calçados analisada. Trata-se de um sensor magnético (Figura 24) acoplado a uma máquina de corte automático. A máquina era operada por um funcionário que, eventualmente, realizava incorretamente um procedimento cujo objetivo era ajustar o curso de corte da máquina, evitando que a lona que se localiza abaixo do cabeçote fosse cortada juntamente com o material sob o qual estava posicionada. O custo de reposição da lona era superior a cinco mil dólares. O dispositivo em questão caracteriza-se por ter como propósito a “função de regulação” e por ser do tipo “método do controle”. Em relação às técnicas utilizadas, esse dispositivo caracteriza-se por ter como função de detecção o “método das etapas”.

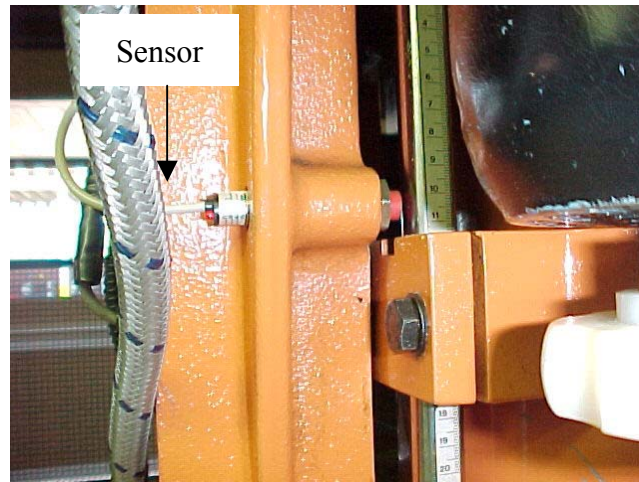


FIGURA 24 – Sensor magnético implantado na máquina de corte automático

4.8.1.1 Descrição do problema

Durante o procedimento de análise do processo, constatou-se que algumas peças de forro (utilizadas para forração do calçado) enviadas para a linha de fabricação diferiam do tamanho e formato padrão (Figura 25). Faltavam pedaços nas peças, e isso gerava transtornos e perdas na linha de fabricação como, por exemplo, demoras, fabricação de produtos defeituosos, estoques de pares aguardando a reposição destas peças estragadas e retrabalhos.

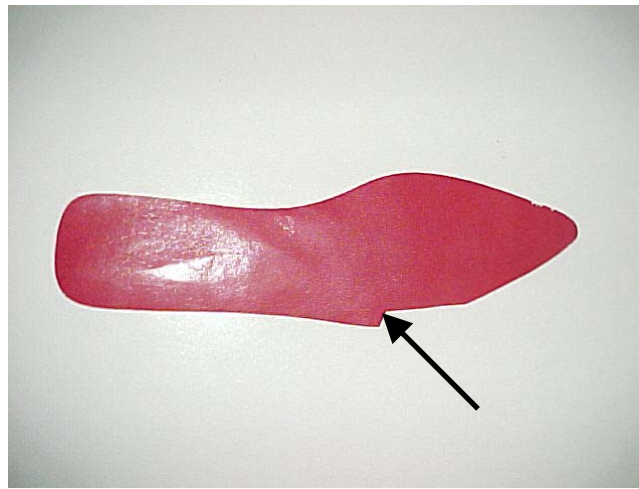


FIGURA 25 – Exemplo de peça falhada enviada para a linha de fabricação analisada

A causa do problema foi identificada através da utilização da técnica dos Cinco Porquês, conforme segue:

1. Por que as peças estão falhadas? Porque o material está desalinhado durante o corte;

2. Por que o material está desalinhado? Porque existem remendos na lona que causam uma irregularidade da superfície;
3. Por que a lona tem os remendos? Porque em algumas ocasiões a máquina corta, além do material sintético, também a lona abaixo;
4. Por que a máquina corta a lona? Porque a regulagem de altura não é feita corretamente quando navalhas de diferentes alturas são utilizadas (Figura 26);
5. Por que a regulagem de altura não é feita corretamente? Porque ela é realizada pelo operador que, distraído, às vezes esquece de colocar a navalha no local apropriado para que a máquina realize o ajuste do novo curso (Figura 27).

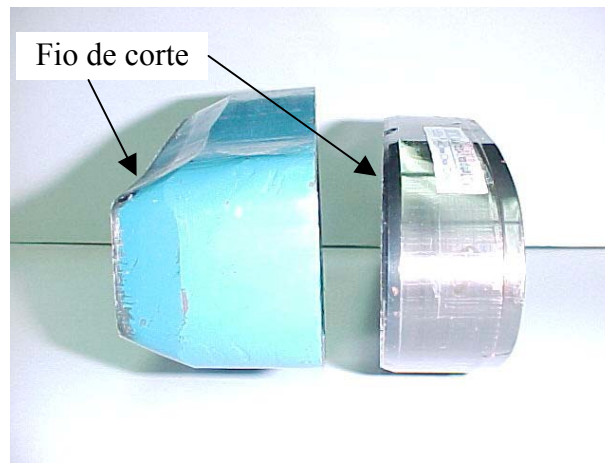


FIGURA 26 – Diferença entre alturas de navalhas de corte utilizadas

O procedimento que o operador deveria realizar era simples: toda vez que o corte com uma nova navalha era iniciado, o monitor do computador apresentava uma janela com a seguinte pergunta – “Você deseja realizar a regulagem de altura da navalha – sim ou não?”. Para realizar esse procedimento, caso a altura da navalha fosse diferente, bastava que o operador colocasse o gabarito onde a navalha era fixada, no local correto (Figura 27) e acionasse a tecla “s” (significando a resposta - sim).



FIGURA 27 – Local de posicionamento do gabarito com a navalha

O problema acontecia quando, pelo fato de estar distraído, o operador esquecia de colocar a navalha abaixo do cabeçote da máquina e, mesmo assim, solicitava que a regulagem fosse executada. Como não havia navalha sob o cabeçote da máquina, o computador estabelecia a altura do cabeçote até a lona (Figura 28) como sendo o novo curso que a máquina deveria realizar para que a operação de corte ocorresse. Nesse caso, quando o operador acionava a máquina para que a operação de corte fosse executada, desta vez com um menor curso pelo fato de ter sido posicionada uma navalha sob o cabeçote, a lona sobre a qual o material a ser cortado estava posicionado também era cortada, gerando, após o conserto desta parte cortada, o problema das peças defeituosas.

4.8.1.2 Solução para o problema

O curso normal da máquina com uma navalha posicionada sob o cabeçote é de 40 centímetros. Quando o operador esquece de posicionar a navalha para que o processo automático de regulagem de altura seja realizado, o curso passa a ser inferior a esse valor. É isso que faz com que a lona seja cortada e, posteriormente remendada, ocasionando a fabricação de peças defeituosas e outros tipos de perdas.

Para que o problema fosse resolvido, foi instalado um dispositivo *Poka-Yoke*. Com isso, toda vez que o operador esquece de colocar a navalha para que a regulagem de altura seja realizada, a máquina interrompe seu funcionamento após ser acionada a tecla “s” (sim). A parada da máquina decorre da descida do cabeçote além do limite, caso a navalha mais baixa (Figura 26)

esteja no local apropriado. A partir da implementação do dispositivo, o processo de regulagem só pode ser realizado após o operador colocar a navalha sob o cabeçote.

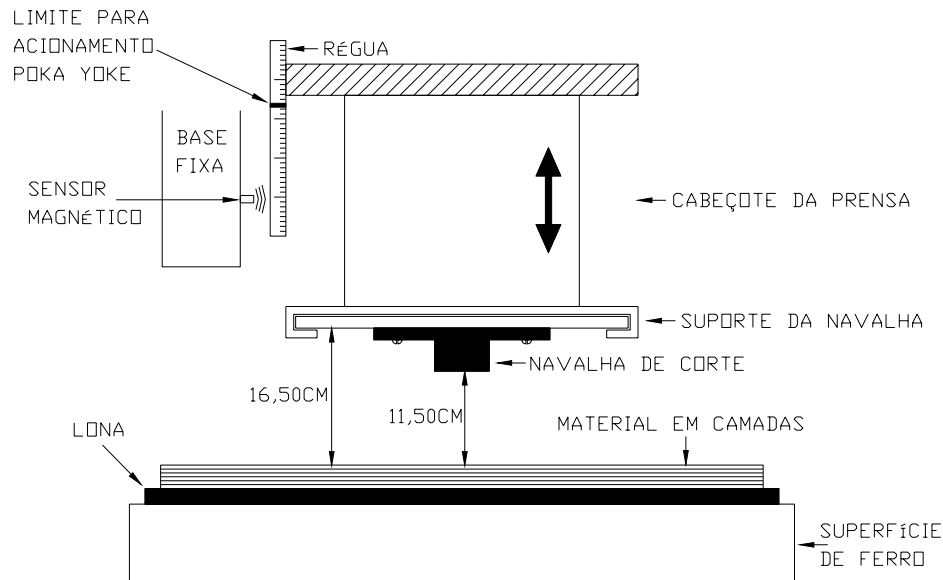


FIGURA 28 – Esquema do dispositivo *Poka-Yoke* da máquina de corte automático

Fonte: Elaborado pelo autor

4.8.2 Dispositivo *Poka-Yoke* número 02

A idéia da utilização deste dispositivo surgiu em função de um problema de colagem do solado que aconteceu em uma das linhas de fabricação. O calçado que estava em fabricação possuía um solado de TR (borracha termoplástica). Esse tipo de solado diferencia-se dos demais por necessitar da aplicação de um produto incolor, denominado halogenante, para que a colagem seja eficaz. O dispositivo *Poka-Yoke* proposto resume-se a uma pequena saliência (Figura 29) injetada na superfície onde o halogenante é aplicado. A saliência tem a finalidade de evitar que o solado seja colado no cabedal, caso a operação de aplicação do halogenante não tenha sido realizada.

O halogenante objetiva criar uma reação química na superfície do solado, proporcionando compatibilidade entre ele e o adesivo de poliuretano (PU) utilizado na colagem (solado e cabedal). Caso a operação de aplicação do halogenante não tenha sido realizada, a colagem é prejudicada e o solado pode desprender-se durante o uso. O dispositivo *Poka-Yoke* implementado neste caso, caracteriza-se por ter como propósito a “função de regulagem” e ser do tipo “método

do controle”. Em relação às técnicas utilizadas, o dispositivo caracteriza-se por ter como função de detecção o “método das etapas”.

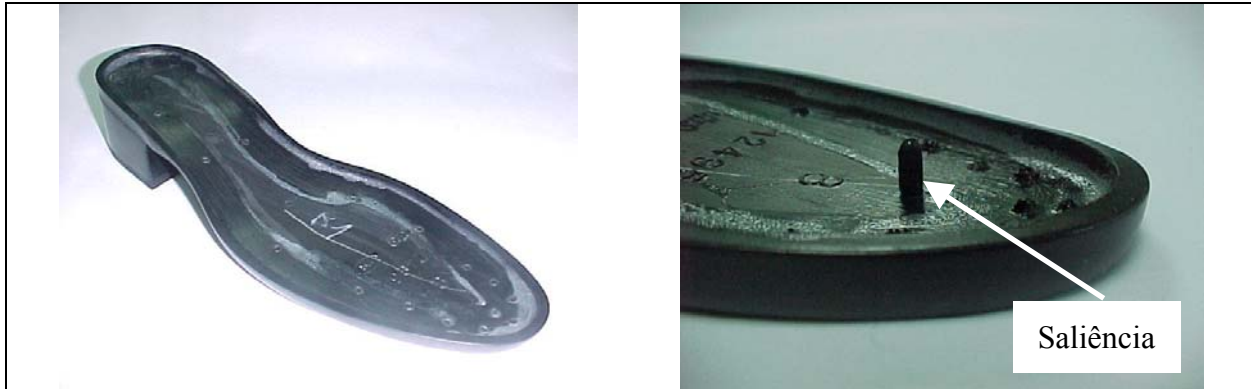


FIGURA 29 – Solado e saliência (*Poka-Yoke*) para evitar a colagem no caso do esquecimento da operação de aplicação do halogenante

4.8.2.1 Descrição do problema

A colagem do calçado é uma das operações mais importantes do processo de fabricação, já que a descolagem do solado é um dos principais motivos de devoluções na indústria do calçado. A causa desse problema é o processo ou parte do processo de colagem mal feito (Abicalçados, 2001).

O processo de colagem (Figura 30) do calçado em que o problema ocorreu, é realizado seguindo as etapas descritas abaixo:

- limpar a região onde será aplicado o halogenante e posteriormente o adesivo – Figura 30 (01). O objetivo é eliminar o excesso de tinta (resultante da pintura lateral do solado), o desmoldante (utilizado para facilitar a extração do solado da matriz de injeção) e a poeira que existem sobre a superfície. A limpeza é realizada com pano e solvente;
- após um tempo de secagem de 5 minutos, aplicar o produto halogenante com pincel – Figura 30 (02);
- após um tempo de secagem de 15 minutos, aplicar adesivo no solado – Figura 30 (03);
- realizar a evaporação do solvente do adesivo e a sua reativação – Figura 30 (04) (realizada em estufa especial);
- preparar e prensar o solado no calçado – Figura 30 (05) (a preparação é realizada manualmente e a prensagem por máquina).

Em função da necessidade de secagem natural (sem a utilização de estufas), o processo de colagem não está concentrado em apenas um ponto da linha de fabricação. Na Figura 30, é possível localizar onde cada etapa é realizada.

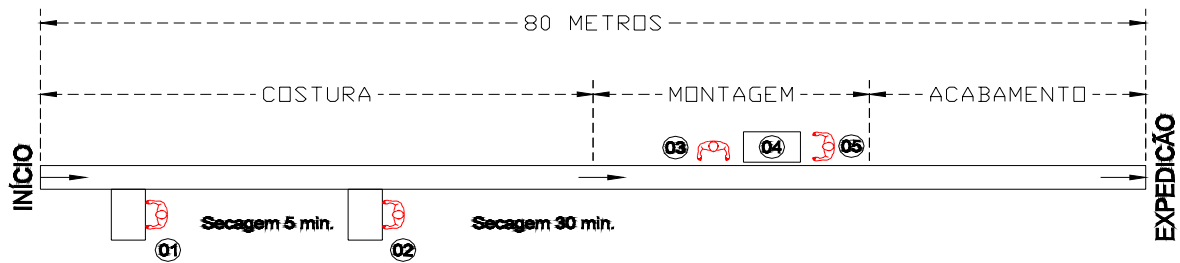


FIGURA 30 – Localização das etapas do processamento na linha de fabricação

Fonte: Elaborado pelo autor

O problema que ocorria na linha de fabricação onde o dispositivo *Poka-Yoke* foi implementado, e que também se repetia nas demais linhas quando fabricavam modelos de calçados com esse tipo de solado era caracterizado pela colagem de alguns solados sem que fosse realizada a operação de aplicação do halogenante. Dois erros foram apontados como causadores do problema: *i)* o operador, por distração ou esquecimento, não aplicava o produto e *ii)* o solado era abastecido em um outro local da esteira transportadora, sem passar pelo operador.

Como o produto era incolor e não havia possibilidade de colori-lo, a inconformidade decorrente da não realização da operação não era visualizada e o produto acabava sendo enviado para as lojas. Entretanto, em parte dos casos, o problema era percebido pelo operador responsável pela colagem que sentia uma pequena diferença na adesão no momento do contato entre as duas partes.

Uma das sugestões para a solução do problema foi marcar a superfície de colagem do solado com um risco de caneta. Esse risco seria feito pelo mesmo operador que aplicava o halogenante. No entanto, constatou-se, depois de algum tempo, que o operador que realizava a operação de colagem não poderia ficar 100% do tempo verificando, antes de colar o solado, se o

risco havia ou não sido feito. Assim, acabou optando-se pela utilização do dispositivo *Poka-Yoke* na Figura 29.

O percentual de calçados apresentando o problema acima era muito pequeno, porém o fato de retornar um par de calçados das lojas é danoso para a imagem e credibilidade da empresa e além disso, pode desencadear um processo de indenização.

4.8.2.2 Solução para o problema

A solução encontrada para o problema foi injetar o solado com uma saliência (alto relevo) na superfície onde o halogenante era aplicado. Isso foi possível em função de uma pequena alteração na matriz de injeção do solado.

O fato de a quantidade de pares desse modelo de calçados ter sido quase que totalmente fabricada, fez com que o dispositivo fosse testado em apenas um tamanho de solado. Concluiu-se que a idéia deveria ser testada futuramente e em um novo modelo com esse tipo de solado. A partir do momento em que o solado modificado passou a ser utilizado no processo de fabricação, algumas alterações foram necessárias. O operador responsável pela aplicação do halogenante também iniciou a operação de “arrancar” a saliência antes de aplicar o produto. Dessa forma, quando algum solado modificado chegasse à operação de aplicação de adesivo ou de colagem com a saliência ainda sem ter sido arrancada, estaria caracterizada a não aplicação do halogenante e, portanto, esse solado não poderia seguir adiante no processo. A instrução fornecida aos operadores que aplicavam adesivo e colavam o solado, era a de retirar o par de calçados da esteira e encaminhar para a supervisão. Mesmo que todos ignorassem o fato de não ter sido aplicado o halogenante, não seria possível a união das duas superfícies (solado e cabedal) em função da existência da saliência no local da colagem.

4.8.3 Dispositivo *Poka-Yoke* 03

Este dispositivo foi utilizado em uma máquina de carimbar (Figura 31) a palmilha interna do calçado (Figura 32). Resume-se a uma pequena alteração na programação eletrônica da máquina, possibilitando que o operador seja alertado caso a quantidade de peças carimbada no final da operação não esteja de acordo com a quantidade digitada pelo operador no início da operação.

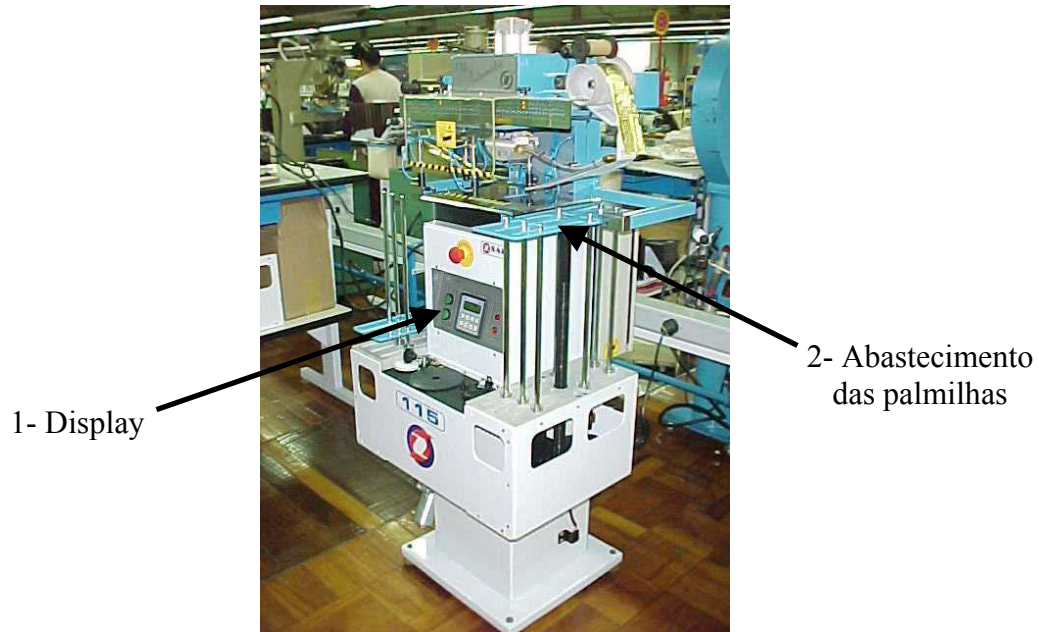


FIGURA 31 – Máquina de carimbar palmilha interna

O alerta ao operador é feito através de um sinal sonoro, logo após o final da operação. Dessa forma, o operador sabe que a quantidade de peças que foi abastecida na máquina (2), não está de acordo com a informada na ficha que acompanha o lote. A quantidade de peças faltando pode ser visualizada em um *display*, localizado no painel da máquina (1). O *display* já existia no equipamento. A melhoria no equipamento resumiu-se à alteração na sua parte eletrônica e à instalação de um alarme, acionado quando uma diferença entre a quantidade digitada e a quantidade carimbada é constatada.

Este dispositivo *Poka-Yoke* caracteriza-se por ter como propósito a “função de regulagem” e ser do tipo “método de advertência”. Em relação às técnicas utilizadas, o dispositivo caracteriza-se por ter como função de detecção o “método de contato”.



FIGURA 32 – Palmilha interna

4.8.3.1 Descrição do problema

As esteiras transportadoras são abastecidas conforme um padrão que estabelece a seqüência ideal de numeração (tamanho do calçado) a ser fabricada em cada uma delas. O objetivo desse padrão é possibilitar o máximo de aproveitamento das fôrmas utilizadas na montagem do calçado. Essas fôrmas são, normalmente, específicas para o modelo em fabricação e possuem um alto custo de aquisição.

Devido a vários motivos, os talões de palmilha interna eram freqüentemente abastecidos pelo Setor de Corte de Forros em quantidade aquém da necessária. O fato de estarem incompletos impedia que o carregamento da esteira fosse realizado de forma correta (a seqüência de carregamento era interrompida devido à falta de peças do material). Nesse caso, além da baixa produção de calçados decorrente deste problema, também um maior número de fôrmas era adquirido sem que houvesse necessidade.

4.8.3.2 Solução para o problema

Conforme já comentado inicialmente, foi realizada uma pequena alteração na máquina de carimbar palmilha (Figura 31). A partir daí, o operador abastece a máquina e digita a quantidade de peças a serem carimbadas. Essa quantidade consta na ficha que acompanha o lote. A máquina então é acionada e o processo de carimbar tem início. Caso a quantidade de peças carimbadas (de 100 a 200 de cada vez) for menor do que a digitada, o alarme é acionado, sendo possível visualizar a quantidade de peças faltantes. Tais peças são imediatamente providenciadas e o lote segue completo para a linha de fabricação. Com as informações provenientes da instalação do dispositivo *Poka-Yoke*, foi possível realizar uma campanha em todo o Setor de Corte de Forros reduzindo, com isso, a incidência de erros relacionados à quantidade de peças nos lotes.

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Esta dissertação de mestrado possibilitou a formulação de conclusões a respeito da aplicação de alguns dos conceitos do STP em um ambiente distinto daquele onde este sistema de gerenciamento foi criado. A partir da revisão desses conceitos, assim como de sua aplicação prática em um processo de fabricação de calçados, também foi possível verificar a possibilidade da elaboração de outros trabalhos, objetivando complementar este estudo. As conclusões e as possibilidades de elaboração de trabalhos futuros são apresentados neste capítulo.

5.2 CONCLUSÕES

Neste trabalho foram analisados os principais conceitos associados ao STP. Foram revisados seus dois pilares (Autonomia e *Just-in-Time*), o princípio do não-custo, o Mecanismo da Função Produção (MFP), os dispositivos *Poka-Yoke* e as Sete Classes de Perdas. Comprovou-se na prática que esses conceitos são amplos e genéricos, podendo ser aplicados em ambientes distintos daqueles para os quais foram desenvolvidos.

Além de revisar a bibliografia sobre o princípio do não-custo, o Mecanismo da Função Produção (MFP) e as Sete Classes de Perdas do STP, este trabalho aplicou a seqüência sugerida por Shingo (1996), objetivando um melhor resultado no tratamento das perdas do processo produtivo. Foi analisado o produto, o processo de fabricação desse produto e, finalmente, uma das operações que faziam parte desse processo.

O produto foi analisado através da técnica da Análise do Valor. No processo a análise foi realizada utilizando-se o Fluxograma de Processo como forma de questionar cada etapa e identificar as classes de perdas existentes. Na análise da operação, utilizaram-se as técnicas relativas ao Estudo do Trabalho.

Especificamente em relação à Análise do Valor, pode-se concluir que a técnica é eficiente e prática, pois foi de fácil aplicação e proporcionou resultados relevantes em termos de redução de custo. O maior entrave para a sua aplicação na indústria analisada, e provavelmente na indústria de calçados em geral, está na resistência de algumas pessoas, principalmente da área de desenvolvimento, em aceitar o fato de que antigos paradigmas devem ser questionados.

Ainda a respeito da Análise do Valor, concluiu-se que muitos componentes que fazem parte do calçado e que são utilizados como padrão devem ser reavaliados, pois foram determinados em uma época em que o preço era estabelecido pela fábrica, e não existia preocupação em relação ao custo. Por exemplo, existem materiais determinados de maneira a proporcionar uma segurança além da necessária e que facilmente poderiam ser substituídos por outros, de menor custo e que satisfazem as normas existentes. Na ocasião em que foram determinados, não havia a preocupação em estabelecer a relação custo-benefício e/ou verificar a função e o valor dos componentes utilizados no calçado.

Em relação à Análise do Processo, é necessário salientar que, havendo um claro entendimento de cada uma das Sete Classes de Perdas, não existe muita dificuldade em identifica-las em um processo de fabricação de calçados. A maior dificuldade, isso sim, está no tratamento de suas causas.

A respeito da Análise do Processo, também se concluiu que deve ser desenvolvida uma metodologia para agilizar a identificação das perdas no processo de fabricação de calçados. O sistema utilizado nesta dissertação resumiu-se à elaboração de um Fluxograma de Processo para mapear o que ocorre ao longo do processo produtivo. Esse sistema mostrou-se demorado e sem garantias de localização integral das perdas. Também é necessário alertar para que haja uma correta compreensão da lógica do MFP, pois, durante a elaboração da Análise do Processo, ocorreram algumas situações em que os questionamentos e as sugestões de melhoria de alguns participantes do grupo eram direcionados à operação ao invés do processo.

Em relação às Classes de Perdas, esta dissertação estabeleceu como objetivo identificar somente as sete classes sugeridas por Shingo (1996). No entanto, como essas classes foram criadas há mais de 20 anos, é necessário, no caso de um trabalho futuro objetivando a identificação de perdas, que sejam consideradas todas as demais classes sugeridas na atualidade, dentre as quais destacam-se as classes propostas por Antunes (1998) e Ghinato (1996), relativas

ao meio ambiente, à comunicação, à energia e à ergonomia, e as classes citadas por Mika (2001), relativas ao uso inadequado dos computadores, ao uso de indicadores mal estabelecidos e à baixa utilização ou não-utilização da capacidade humana.

Durante a realização do estudo de caso descrito nesta dissertação, todas as Sete Classes de Perdas foram identificadas no processo analisado. É importante salientar que existem várias possibilidades de melhoria objetivando eliminar e/ou reduzir perdas, ou seja, constatou-se que existe muito trabalho a ser realizado em relação à perdas no processo produtivo da indústria analisada.

Através da utilização dos três dispositivos *Poka-Yoke* descritos no estudo de caso, foi possível comprovar o quanto dispositivos simples podem contribuir para redução de perdas dentro da linha de fabricação de calçados. O procedimento utilizado para identificar a oportunidade de uso destes dispositivos foi o de relacionar operações que geravam a perda do tipo “fabricação de produtos defeituosos”. É importante registrar que, em alguns casos, a “perda por fabricação de produtos defeituosos” identificada, ocorria pelo fato de o operário não ter sido instruído corretamente. Nestas situações, foi mais fácil e conveniente dar as instruções adequadas ao operador do que desenvolver um dispositivo *Poka-Yoke*.

Como a maioria das operações do processo de fabricação de calçados é manual, e a matéria-prima (couro) possui variações de elasticidade, espessura, tonalidade, maciez, etc., existe uma propensão à realização incorreta das operações e, conseqüentemente, a geração de produtos defeituosos. Apesar disso, conclui-se que deve haver cautela na escolha das situações de uso destes dispositivos. Desenvolver e aplicar um dispositivo *Poka-Yoke* para evitar, por exemplo, que um chanfro seja mal realizado ou uma costura seja feita de forma errada, pode não satisfazer a relação custo benefício desejada. Na linha de fabricação analisada, foram detectadas algumas situações em que o custo em função da “perda por fabricação de produtos defeituosos”, não foi significativo a ponto de ser desenvolvido um dispositivo *Poka-Yoke*. Nesses casos, a solicitação de maior atenção ao operador foi suficiente para resolver o problema.

Finalmente, conclui-se que, através da utilização dos conceitos do STP revisados e aplicados neste trabalho de dissertação, resultados relevantes podem ser alcançados na indústria de calçados analisada. A decisão de implementar esses conceitos nas demais linhas de fabricação

de calçados desta empresa, ou na indústria de calçados em geral, provavelmente não terá como restrição a dificuldade em compreendê-los, mas o empenho dispendido na sua aplicação.

5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Estudos objetivando melhorar os processos produtivos de uma indústria de calçados podem ir além dos limites desta dissertação. A seguir, são relacionadas algumas sugestões de trabalhos futuros.

- Desenvolver um estudo objetivando montar uma metodologia de uso para aplicação dos conceitos do STP. Este estudo deveria determinar como aplicar, por exemplo, a Análise do Valor, a Análise do Processo e a Análise das Operações. O STP apresenta conceitos, sendo necessário desenvolver uma metodologia para sua aplicação, conforme a necessidade da indústria de calçados.
- A Análise do Valor aplicada neste estudo foi realizada em um modelo de calçados em fabricação. Essa técnica deve ser utilizada na fase de desenvolvimento do calçado, de forma a eliminar e/ou substituir componentes desnecessários antes de o produto entrar em fabricação. Um estudo para estabelecer padrões de desenvolvimento do calçado, ou seja, quais componentes devem ser utilizados com base na lógica da Análise do Valor, é também sugerido para desenvolvimento futuro.
- No caso da Análise do Processo e da Análise das Operações, sugere-se um estudo para medir e estabelecer os valores monetários referentes às perdas encontradas. De posse desses valores, pode-se estabelecer com mais facilidade a importância de análises objetivando localizar, eliminar e/ou reduzir perdas na indústria de calçados.
- Os conceitos relativos à Análise do Valor, à Análise do Processo, à Análise das operações e aos dispositivos *Poka-Yoke* foram aplicados em apenas um dos setores que fazem parte do processo produtivo. Sugere-se ampliar o estudo para outros setores que compõem o processo de fabricação de calçados assim como a todas as demais linhas de produção de calçados da empresa analisada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ANTUNES JUNIOR, J. A. V. Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração; uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Porto Alegre, 1998. 339 p. Tese de Doutorado em Administração, programa de Pós Graduação em Administração. Escola de Administração. UFRGS.
- 2 ANTUNES, E. D. D.; PICCININI, V. C.; SILVA, L. V. **Os Novos e Múltiplos Papéis dos Gestores de RH: O Caso de Uma Empresa Calçadista do Estado do Rio Grande do Sul Analisado à Luz do Modelo de Ulrich.** UFRGS. <http://read.adm.ufrgs.br/read16/artigo4.htm>
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS. Boletim Informativo, n.118, ano XI, Abr. 2001.
- 4 BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos projeto e medida do trabalho.** São Paulo: Edgard Blucher, 1977.
- 5 BURCHER, P.; DUPERNEX, S.; RELPH, G. **The road to lean repetitive batch manufacturing.** Modelling planning system performance. International Journal of Operations & Production Management, v. 16, n. 2, p. 210-220. University Press, 1996.
- 6 CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia, Fundação Cristiano Ottoni, 1992. 229 p.
- 7 COLEMAN, B. J., VAGHEFI, M. R. **Heijunka (?): A key to the Toyota Production System.** Department of Management, Marketing and Logistics, University of North Florida, Jacksonville, FL 32224. Production and Inventory Management Journal, 1994.
- 8 CALLIGARIS, S. **Administração de Recursos.** Módulo 3. Curso de Supervisores de Primeira Linha. Centro Tecnológico do Calçado SENAI, 2000.

- 9 COSTA, A. B. **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PADCT. Campinas, 1993.
- 10 CSILLAG, J. M. **Análise de Valor**. 4.ed., São Paulo: Atlas S.A., 1995.
- 11 DETTY, R. B.; YINGLING, J. C. **Qualifying benefits of conversion to lean manufacturing with discrete event simulation: a case study**. International Journal of Production Research, v. 38, n. 2, p. 429-445, 2000. <http://www.tandf.co.uk/journals/tf002007543.html>
- 12 DIEDRICH, H. Comparativo Prático: **Arranjo Físico Por Produto e Arranjo Físico Celular**. Trabalho monográfico do final do curso de graduação em Administração. Fundação Alto Taquari de Ensino Superior, Faculdade de Ciências Econômicas, Curso de Administração. Lajeado, 1996. 145 p.
- 13 DIEDRICH, H.; COSTA, V. de S. **Monografias Destaques 1996/1997**. Curso de Administração. Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior – Univates. Lajeado: Fates, 1998.
- 14 DRUCKER, P. **Desafios Gerenciais para o Século XXI**. São Paulo: Pioneira, 1999. 168 p.
- 15 FALCÃO, A. S. G. **Diagnóstico de Perdas e Aplicação de Ferramentas para o Controle da Qualidade e Melhoria do Processo de Produção de uma Etapa Construtiva de Edificações Habitacionais**. Porto Alegre, 2001. 165p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 16 FENSTERSEIFER, J. E. **O Complexo Calçadista em Perspectiva: Tecnologia e Competitividade**. Estudo sobre a competitividade da indústria calçadista sob a ótica da tecnologia. Ortiz, 1995.
- 17 FIRESTONE, C. M. **Improving productivity through work measurement**. Plant Engineering. Barrigton, Jul. 2000. 2 p.
- 18 FISHER, M. **Process improvement by poka-yoke**. Work Study, London, 1999. Proquest.
- 19 FULLMANN C. **Estudo do trabalho**. São Paulo: Ivan Rossi, 1975.
- 20 GAGNON E. J. **How to measure work**. Material Handling Management. Cleveland, Feb 2000. 5 p.

- 21 GEIB, F. O. **O just in time aplicado à produção de calçados**. Artigo Técnico, Tecnicouro, CTCCA, v. 11, n. 06, ago./set. 1989.
- 22 GHINATO, P.; CERONI, S. **Produção Enxuta II**. Curso de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia. UFRGS, 1999.
- 23 GHINATO, P. **Produção Enxuta I**. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, UFRGS. Porto Alegre, 1999.
- 24 GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção** - mais do que simplesmente just-in-time – Autonomiação e Zero Defeitos. Caxias do Sul: Educs, 1996. 177 p.
- 25 GHINATO, P. **Elementos Para a Compreensão de Princípios Fundamentais do Sistema Toyota de Produção: Autonomiação e Zero Defeitos**. Porto Alegre, 1994. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, Escola de Engenharia. UFRGS.
- 26 GOWAN, C. B. **Which work measurement tool?** Manufacturing Engineering. Dearborn, Mar 1999. 3 p.
- 27 HELLER, E. **Value management: value engineering and cost reduction**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1971. 232 p.
- 28 JACINTO, A. A. **Estudo da curva de aprendizagem (Em uma indústria exportadora de calçados)**. Monografia de Graduação em Administração com habilitação em Comércio Exterior. Lajeado: Univates – Centro Universitário, 2001.
- 29 LANDRY S.; DUGUAY C. R.; CHAUSSÉ S.; THEMENS J. **Integrating MRP, Kanban and Bar-coding Systems to achieve JIT procurement**. Production and Operations Management Department, École des Hautes Commerciales, Montreal, Quebec, Canada, Productions and Inventory Management Journal, 1997.
- 30 LEWIS, J. Upholstery Design & Management. **Eliminate guesswork with lean production**. Des Plaines. Proquest. Copyright Chartwell Communications, Inc. Nov 2001.
- 31 MACHLINE, C.; MOTA, I. S.; SCHOEPS, W. et al. **Prédios Industriais e Arranjo Físico**. In: Manual de Administração da Produção. 5.ed., p. 383-402. Rio de Janeiro: FGV, 1979.
- 32 MIKA, G. Manufacturing Engineering. **Eliminate all muda**. Dearborn. Proquest. Copyright Society of Manufacturing Engineers, Apr 2001.

- 33 MILES, L. D. **Análise de Valor em Engenharia**. Trad. K. Weil. 5.ed. Califórnia, 1962. 6 p.
- 34 MONDEN, Y. **Toyota Production System: Practical Approach to Production Management**. Norcross, USA: Industrial Engineering and Management Press, 1983.
- 35 MOREIRA, D. A. **Arranjo Físico de Instalações**. In: Administração da Produção e Operações. p. 259-281. São Paulo: Pioneira, 1979.
- 36 MUDGE, A. E. **Value Engineering**. A systematic approach. 2.ed. Pennsylvania, 1981. 206 p.
- 37 NIEBEL, B. W. **Motion and Time Study**. 8.ed., Irwin, Homewood, IL, Pennsylvania State University, 1988.
- 38 O'CONNOR, B. Works Management. **Cultivate foolproof business processes**, Horton Kirby, 1999. Proquest.
- 39 OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção - Além da produção em larga escala**. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.
- 40 OUSNAMER, M. **Time standards that make sense**. IIE Solutions, Norcross. 2000. 5 p.
- 41 PARKINSON, S. **Agile manufacturing**. Work Study. London, 1999. 4 p.
- 42 PICCININI, V. **Novas Formas de Organização do Trabalho na Indústria Calçadista**. Revista de Administração, USP, v. 27, n. 2, p. 33-40, Abr./Jun. 1992.
- 43 PICCININI, V.; ANTUNES, E. D. **Trajatória e Estratégias Sindicais dos Sapateiros do RS**. Artigo: read.adm.ufrgs.br/reado6/artigo/va12.htm, 2000.
- 44 SABATINI, J.; "Old news". **Automotive Manufacturing & Production**. Cincinnati, Proquest. Copyright Garder Publications, Inc. Set 2000.
- 45 SOUTO, R. da S. **Aplicação dos princípios e conceitos do Sistema Toyota de Produção em uma etapa construtiva de uma empresa de construção civil**. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Produção, Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção/UFRGS, 2000.
- 46 SELLITO, M. A. **Sistema Toyota de produção: é possível aplicá-lo na indústria calçadista?** Revista Tecnicouro, CTCCA, v. 21, n. 07, Set. 2000.

- 47 SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de ferramenta** – Uma Revolução nos Sistemas Produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000. 327 p.
- 48 SHINGO, S. **Sistema de Produção com Estoque Zero** - O Sistema Shingo para melhorias Contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996. 380 p.
- 49 SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção** - Do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.
- 50 SHINGO, S. **Zero Quality Control**: source inspection and the poka-yoke system. Carbridge, Massachusetrts: Productivity Press, 1986.
- 51 STROZNIAK, P. Industry Week. **Toyota alters face of production**. Cleveland, Proquest. Copyringht Penton Media, Inc. Aug. 2001.
- 52 TECNICOURO. Especial: **Guerra ao desperdício**. CTCCA. v. 19, n. 6, Jun. 1998.
- 53 TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**. São Paulo: Atlas, 1960.
- 54 TEIXEIRA, G. **O Sistema Kanban e sua aplicação na produção de sapatos**. Tecnicouro, CTCCA, v. 13, n. 3, Mai. 1991.
- 55 TEIXEIRA, W. **Artigo sobre o potencial do calçado brasileiro no mundo**. Trabalho realizado pelos pesquisadores britânicos: Hubert Schmitz e Peter Knorringa. Apresentado em seminário da Associação Brasileira de Calçados. Gazeta Mercantil Rio Grande do Sul, Novo Hamburgo, 2000, ano III, n. 81.
- 56 THIOLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 8.ed. Cortez, 1998.
- 57 VECCHIO, R. A. **Autonomia para a Competitividade: O Futuro da Indústria Coureiro-Calçadista do Rio Grande do Sul**. <http://www/read.adm.ufrgs.br> – artigo 9.
- 58 VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**, 3.ed. São Paulo: Atlas S.A., 2000.
- 59 WILK, E. D. **O que fazer para reduzir perdas e desperdícios**. Tecnicouro, CTCCA. v. 14, n. 8, Dez./Jan. 1993.
- 60 WOMACK, P. J.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Elimine desperdício e crie riqueza. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

61 KRAJEWSKI, L. J.; RITZMANN, L. T. Operations Management, Strategy and Analysis.
5.ed. Addison-Wesley, Reading, MA, 1999.

ANEXO A – ORGANOGRAMA DA EMPRESA

ANEXO B – IMAGENS DOS MODELOS DE CALÇADO UTILIZADOS NA ANÁLISE DO VALOR E NA ANÁLISE DO PROCESSO

ANEXO C – ANÁLISE DO VALOR

ANEXO D – IMAGENS DOS COMPONENTES DO MODELO UTILIZADO NA ANÁLISE DO VALOR

ANEXO E – ANÁLISE DO PROCESSO

ANEXO F – SUGESTÕES DE MELHORIA - ANÁLISE DO PROCESSO