

ROGER MÁRIO MÜLLER

**INTEGRAÇÃO DO MÉTODO *SMED* AO MÉTODO DE CUSTEIO ABC NO
DIAGNÓSTICO DE PRIORIDADES DE MELHORIA NAS OPERAÇÕES DE *SETUP***

**CURITIBA
2007**

ROGER MÁRIO MÜLLER

**INTEGRAÇÃO DO MÉTODO *SMED* AO MÉTODO DE CUSTEIO ABC NO
DIAGNÓSTICO DE PRIORIDADES DE MELHORIA NAS OPERAÇÕES DE *SETUP***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Aguinaldo dos Santos.

**CURITIBA
2007**

TERMO DE APROVAÇÃO

ROGER MÁRIO MÜLLER

INTEGRAÇÃO DO MÉTODO SMED AO MÉTODO DE CUSTEIO ABC NO
DIAGNÓSTICO DE PROPRIEDADES DE MELHORIA NAS OPERAÇÕES DE SETUP

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sergio Scheer

UPFR

Prof. Dr. Fábio Favaretto

PUC-PR

Prof. Dr. Aguinaldo Dos Santos

UFPR/PG-MEC

Presidente

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2007.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao Grande Arquiteto Do Universo cujo qual deponho todos os meus projetos.

À minha valorosa esposa Tereza e meu amoroso filho Erico Max que com compreensão, apoio e paciência inclusive se abstendo de dias de lazer contribuíram para que me dedicasse a esta dissertação.

Dedico também a minha corajosa mãe Cordélia pelos valores e princípios transmitidos e ao meu corajoso e saudoso pai Erico Müller que me ensinou e me referenciou no caminho da ética e da luta por ideais.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente venho a agradecer o Professor Doutor Aguinaldo dos Santos pela sua ética, amizade, compreensão, orientação e constante motivação, destacando assim sua paixão pela educação demonstrada na transmissão de seus conhecimentos para o desenvolvimento desta dissertação.

Aos professores doutores Marcelo Gechelle Cleto, Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, e Virgínia Borges Kistmann, também pela amizade e pelo excelente nível do conteúdo programático de suas aulas que contribuíram também para a minha formação.

Ao PG-Mec Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, onde através de seu colegiado e departamento propiciaram estrutura e um elevado nível de aulas e docentes.

Aos companheiros Águeda Regina Bodnar, Devani Morais Júnior, Flávio Eduardo Martins, Flávio Pereira, Luiz Henrique Stocco Silva, Marcelo Catto Gallina, pela motivação, colaboração e companheirismo demonstrado.

Agradeço os Diretores da empresa Brandl do Brasil, Senhores Alfred Grossmann e Cleibe Palhano, por terem dado a oportunidade para o desenvolvimento deste trabalho, acreditando que a parceria entre a Universidade Federal do Paraná através deste pesquisador e orientador viesse a trazer proposições de melhorias à empresa, e assim, possibilitando o desenvolvimento de novos trabalhos. Também agradeço aos funcionários da empresa Brandl que de forma cortês e colaborativa também contribuíram para esta dissertação.

*Tentar é arriscar-se a falhar...
Mas devemos nos arriscar!
O maior perigo na vida está em não arriscar.
Aquele que não arrisca nada...
Não faz nada...
Não tem nada...
Não é nada...*

(Rudyard Kipling)

RESUMO

Este estudo tem como objetivo desenvolver uma integração do método *SMED* (*Single-Minute Exchange of Die*) proposto por Shingo (2000) e o Método de Custeio por Atividades (ABC - *Activity Based Costing*) com o propósito de identificar as prioridades de melhoria para a redução de tempo de *setup* em processos do setor metal-mecânico. A fundamentação teórica necessária ao objetivo proposto apoiou-se em literatura específica *SMED* e ABC, bem como temas correlatos relacionados ao mecanismo da função da produção. Diante do problema de pesquisa apresentado, o método estudo de caso é o que veio melhor responder a estratégia de pesquisa, sendo que o estudo foi caracterizado como exploratório uma vez que não foi identificado na literatura a integração do método *SMED* ao ABC. O estudo de caso foi realizado no Setor Automotivo, mais particularmente no sub-setor de autopeças numa empresa situada na região metropolitana de Curitiba. Como principais conclusões apresentadas neste presente estudo, estão os altos tempos de *setup* continuam sendo um grande problema na indústria metal-mecânica incrementando estoques e dificultando a flexibilidade; a aplicação dos princípios propostos por Shingo no método *SMED* podem contribuir de forma a aumentar a capacidade de produção da empresa sem aumento de espaços e máquinas; o método ABC identifica os custos das atividades relacionadas a determinados produtos que não agregam valor e assim indicar para a avaliação *SMED* o ponto focal a se implementar as ações de diminuição de tempos de *setup*.

Palavras-chave: *SMED*, *Setup*, Flexibilidade, ABC, Custeio por Atividades, Setor Metal-Mecânico.

ABSTRACT

This study aims at integrating the SMED (Single-Minute Exchange of Die), originally proposed by Shingo (2000) and the ABC (Activity Based Costing), in order to identify the priorities in the optimization of the set up time in the metal mechanic sector. The theoretical fundamentals for the proposed study comprise literature on SMED, ABC and production function mechanisms. No integration between the two methods mentioned above has been identified in the literary research. Under this circumstance, after having established the study problem, the case study method has been chosen as the most appropriate to meet the needs of the research, which has been characterized as exploratory. The study case has been run in the car industry, more specifically car spare parts sub-sector, at a company in the outskirts of Curitiba. The main conclusions drawn in the study are that the high set up time still represents an issue, which jeopardizes flexibility, while stocks pile up. The principles suggested by Shingo in SMED can contribute to an improvement of the production capacity without the proportional increase of physical space or the amount of equipment. The ABC method gauges the cost of activities related to no-value-adding products, indicating where SMED is likely to be more effective in putting in practice set up time reduction procedures. evaluation SMED the focal point the if it implements the actions of decrease of setup times.

Keywords: SMED; Setup; Flexibility; Lean production; Activity Based Costing; Metal-mechanic sector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Paradigma tradicional do tempo de <i>setup</i> fixo.	13
Figura 2.2 – Componentes do Tempo de Ciclo.	14
Figura 2.3 – As cinco forças competitivas que determinam a rentabilidade da indústria.	23
Figura 2.4 – Paradigma do <i>trade-off</i>	27
Figura 2.5 – <i>SMED</i> : estágios conceituais e técnicas práticas.	32
Figura 2.6 – A atividade como processamento de uma transação.	39
Figura 2.7 – Evento, transação e atividade.	39
Figura 3.1 – Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa.	46
Figura 3.2 – Fases de implantação do Método de Pesquisa.	48
Figura 3.3 – Estágios do protocolo de coleta de dados do método <i>SMED</i>	50
Figura 3.4 – Relato de observação direta.	51
Figura 3.5 – Formulário de Atividades dos <i>Setups</i>	52
Figura 3.6 – Verificação das perdas.	53
Figura 3.7 – Simbologia para a análise do fluxo do processo.	55
Figura 3.8 – Formulário do gráfico fluxo do processo.	56
Figura 4.1 – Fachada principal da Brandl do Brasil.	63
Figura 4.2 – Organograma da Empresa.	64
Figura 4.3 – Conjunto montado “ <i>Boitier</i> ”.	66
Figura 4.4 – Fluxograma de montagem “ <i>Boitier</i> ”.	67
Figura 4.5 – Peça acabada “painel da guarnição esquerda”.	68
Figura 4.6 – Diagrama das principais operações de processamento analisadas.	68
Figura 4.7 – Quatro grandes prensas da Brandl.	69
Figura 4.8 – Leiaute da Brandl.	72
Figura 4.9 – Todas as atividades do <i>setup</i>	76
Figura 4.10 – Gráfico do fluxo do processo em estudo.	79
Figura 4.11 – Leiaute com o fluxo do processo.	80
Figura 4.12 – Chegada de matéria-prima e área de inspeção.	81
Figura 4.13 – Depósito de matéria-prima e transporte de matriz.	82
Figura 4.14 – Posicionamento de matriz e armário de componentes do <i>setup</i>	82
Figura 4.15 – Apoio de grampo e grampo.	83
Figura 4.16 – Componentes do <i>setup</i> e regulagem de martelo.	83
Figura 4.17 – Colocação de parafuso e matriz instalada.	84
Figura 4.18 – Área de material em processo e área de inspeção.	84
Figura 4.19 – Criação de valor pelo ABC.	103
Figura 5.1 – Protocolo de identificação de prioridades de melhoria.	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Estrutura da decomposição das operações associadas ao processo.	91
Quadro 4.2 – Direcionadores de recursos.	96
Quadro 4.3 – Direcionadores de atividades.	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Distribuição Típica dos Tempos nas Operações de <i>Setup</i>	31
Tabela 4.1 – Projeção de compra e produção para 2007.	65
Tabela 4.2 – Recurso material direto.	93
Tabela 4.3 – Custo da hora de mão-de-obra.	93
Tabela 4.4 – Tabela de cálculo da depreciação do equipamento.	94
Tabela 4.5 – Cálculo do custo de manutenção do equipamento.	94
Tabela 4.6 – Cálculo do custo de energia elétrica consumida pelo equipamento.	95
Tabela 4.7 – Cálculo do custo de GLP consumido pela empilhadeira.	95
Tabela 4.8 – Cálculo dos custos variáveis.	95
Tabela 4.9 – Cálculo dos custos do sistema ABC.	97
Tabela 4.10 – Cálculo dos custos atividades para o objeto de custo.	99
Tabela 4.11 – NAV (Não Agregam Valor) x AV (Agregam Valor).	101

LISTA DE SIGLAS

ABC -	(<i>Activity Based Costing</i>) – Custo Baseado em Atividades
FINEP -	Financiadora de Estudos e Projetos
JIT -	(<i>Just-in-Time</i>) - Justo a Tempo
LEIAUTE	Planta, desenho, esboço
MRP -	Planejamento dos recursos de manufatura
MTTP -	(<i>Manufacturing Throughput Time per Part</i>)
PCP -	Planejamento e Controle da Produção
SETUP -	Preparação
SMED -	(<i>Single Minute Exchange of Die</i>) – Troca Rápida de Ferramentas
STP -	Sistema Toyota de Produção
TPE -	Tempo de Preparação Externo
TPI -	Tempo de Preparação Interno
TQM -	(<i>Total Quality Management</i>) – Gerenciamento da Qualidade Total
TRF -	Troca Rápida de Ferramentas
WIP -	(<i>Work In Progress</i>) - Trabalho em progresso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	1
1.2	OBJETIVO	1
1.3	HIPÓTESE	2
1.4	JUSTIFICATIVA.....	2
1.4.1	A Indústria Meta-Mecânica	2
1.4.2	Relevância do <i>Setup</i> Rápido	4
1.5	VISÃO GERAL DO MÉTODO DE PESQUISA	6
1.6	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	7
1.7	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	7
2	SETUP.....	9
2.1	DEFINIÇÃO	9
2.2	O CONTEXTO DO <i>SETUP</i> NA <i>LEAN PRODUCTION</i>	10
2.3	O PARADIGMA TRADICIONAL DO <i>TRADE-OFF</i> ENTRE TAMANHO DE LOTE E TEMPO DE <i>SETUP</i>	12
2.4	PRINCÍPIO DA REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO	13
2.4.1	Entendendo os Componentes do Tempo de Ciclo	13
2.4.2	Abordagens Heurísticas para Compressão do Tempo de Ciclo	17
2.5	CONTEXTO ESTRATÉGICO DO <i>SETUP</i> NA PRODUÇÃO	20
2.5.1	Aspectos Gerais	20
2.5.2	Visão Geral das Variáveis Competitivas na Produção	21
2.5.3	Qualidade	24
2.5.4	Custo	24
2.5.5	Tempo	25
2.5.6	Flexibilidade	26
2.6	MÉTODO <i>SMED</i> PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE <i>SETUP</i>	28
2.6.1	Gênese do Método <i>SMED</i>	28
2.6.2	Composição das Atividades de <i>Setup</i>	30
2.6.3	Etapas para Redução de <i>Setup</i> de acordo com o Método <i>SMED</i>	31
2.6.3.1	Estágio Inicial – Condições de <i>Setup</i> Interno e Externo não se distinguem.....	32
2.6.3.2	Estágio 1 – Separando <i>Setup</i> Interno e Externo	33

2.6.3.3	Estágio 2 – Convertendo <i>Setup</i> Interno em Externo	34
2.6.3.4	Estágio 3 – Racionalizando todos os Aspectos da Operação <i>Setup</i>	34
2.7	MÉTODO DE CUSTEIO ABC	35
2.7.1	Gênese e Definições do Método ABC	35
2.7.2	Descrição do Método	38
2.7.3	Etapas de Implantação do Custeio ABC	41
2.7.3.1	Etapa 01 – Dados Documentais	41
2.7.3.2	Etapa 02 – Segregação de Custos	41
2.7.3.3	Etapa 03 – Separação de Departamentos	41
2.7.3.4	Etapa 04 – Separação de Custos	42
2.7.3.5	Etapa 05 – Identificação dos Centros de Atividades	42
2.7.3.6	Etapa 06 – Identificação dos <i>Cost Drivers</i> das atividades.....	42
2.7.3.7	Etapa 07 – Identificação dos <i>Cost Drivers</i> dos Produtos	42
2.7.3.8	Etapa 08 – Identificação dos níveis de atividades	42
2.7.3.9	Etapa 09 – Escolha dos <i>Cost Drivers</i>	42
2.8	DISCUSSÃO	43
3	MÉTODO DE PESQUISA	45
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	45
3.2	SELEÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA.....	46
3.3	CRITÉRIO DE SELEÇÃO DA EMPRESA PARA O ESTUDO DE CASO.....	47
3.4	VISÃO GERAL DA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.	47
3.5	UNIDADE DE ANÁLISE.....	49
3.6	MÉTODO <i>SMED</i> : PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS	49
3.6.1	Apresentação.....	49
3.6.2	Entrevista	50
3.6.3	Observação Direta	51
3.6.4	Verificação de Documentos.....	53
3.6.5	Mapeamento do Fluxo do Processo	54
3.6.6	Registro de Imagens	57
3.6.7	Estratégia de Análise	57
3.7	MÉTODO ABC:PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS.....	58
3.7.1	Entrevista	58

3.7.2	Verificação de Documentos.....	59
3.7.3	Custeio do Processo de Fabricação.....	59
3.7.4	Estratégia de Análise	60
3.8	ESTRATÉGIAS DE ANÁLISE.....	61
3.8.1	Integração dos Resultados da Análise dos dois Métodos	61
3.9	VALIDAÇÃO INTERNA E EXTERNA.....	62
4	ESTUDO DE CASO.....	63
4.1	CONTEXTO	63
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO/PROCESSO ANALISADO	65
4.2.1	Visão Geral do Conjunto Montado	65
4.2.2	Caracterização do Item Estudado	67
4.3	CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO	70
4.3.1	Contexto do Sistema de Produção da Empresa em Estudo	70
4.3.2	Leiaute da Empresa.....	72
4.4	APLICAÇÃO DO MÉTODO <i>SMED</i>	73
4.4.1	Entrevista	73
4.4.2	Observação Direta	75
4.4.3	Verificação de Documentos.....	78
4.4.4	Mapeamento do Fluxo do Processo	78
4.4.5	Registro de Imagens	81
4.4.6	Análise e Proposições de Melhorias	85
4.5	APLICAÇÃO DO MÉTODO ABC	87
4.5.1	Entrevista	87
4.5.2	Verificação de documentos.....	88
4.5.3	Custeio do Processo de Fabricação.....	90
4.5.3.1	Mapeamento das Atividades	90
4.5.3.2	Identificação e Medição dos Recursos	92
4.5.3.3	Identificação e dos Direcionadores de Recursos	95
4.5.3.4	Custo das Atividades e dos Processos	96
4.5.3.5	Identificação e Medição dos Direcionadores de Atividades.....	98
4.5.3.6	Objeto de Custo	98
4.5.4	Análise	100
4.6	DIAGNÓSTICO	102

5	<i>CONCLUSÃO</i>	104
5.1	CONCLUSÕES SOBRE O PROBLEMA, OBJETIVO E A HIPÓTESE.....	104
5.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA.....	105
5.3	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	106
5.4	CONCLUSÃO FINAL	106
6	<i>REFERÊNCIAS</i>	107
7	<i>APÊNDICE</i>	112

1 INTRODUÇÃO

Na medida em que a população mundial cresce, cresce também sua necessidade de consumo, seja para sua sub-existência, seja pela melhoria da sua qualidade de vida. Portanto, neste contexto estão inclusos as empresas, geradoras de riquezas, estas que fomentam os produtos e serviços tão necessários para suprir toda esta crescente demanda.

As empresas, grandes, pequenas, a mais tempo no mercado ou que hoje venham a ingressar, estão competindo por fatias de um mercado globalizado, altamente competitivo, com margens de lucro reduzidas e conduzidas por estratégias das mais diversas mas que objetivam a sua sobrevivência vislumbrando a continuidade de suas operações. Esta sobrevivência diante da acirrada competição, somente é possível através de práticas de redução de desperdícios, ou seja, redução de custos e maximização de suas operações para que venham a ter preços competitivos aos da concorrência.

Para tanto a motivação foco desta pesquisa foi de promover uma técnica que viesse a identificar prioridades de melhoria na produção e que esta viesse a propiciar uma melhora de performance, portanto um instrumento a mais que dê subsídio à sobrevivência das empresas.

O trabalho de campo desenvolveu-se na região metropolitana de Curitiba num importante fornecedor de Autopeças para o parque Automotivo. Para a estratégia da pesquisa utilizou-se o estudo de caso, onde com a utilização do método *SMED* para redução de tempos de *setup* integrado ao método ABC de custeio por atividades procurou-se identificar melhorias no processo.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como identificar prioridades de melhoria no *setup* de processos no setor metal-mecânico de maneira a considerar tanto a ótica da gestão da produção como da gestão de custos?

1.2 OBJETIVO

O objetivo desta dissertação é desenvolver um protocolo de identificação de prioridades de melhoria para a redução de tempo de *setup* em processos do setor metal-mecânico, integrando o método *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*) proposto por Shingo (2000) e o Método de Custeio ABC (*Activity Based Costing*).

1.3 HIPÓTESE

A integração do Método de Custeio ABC ao Método de Shingo para redução de *setup* deve resultar na definição mais acurada das prioridades de melhoria no processo.

1.4 JUSTIFICATIVA

1.4.1 A Indústria Metal-Mecânica

Esta dissertação tem como setor foco de pesquisa o setor de autopeças que é parte integrante da cadeia produtiva do setor automotivo. A indústria Metal-Mecânica, particularmente os setores Automotivo e de Autopeças, caracteriza-se por ser um *benchmark* entre as indústrias no que tange as práticas gerenciais dos sistemas de produção. O setor automotivo conforme FINEP (2006a) é composto pelas “montadoras de automóveis, ônibus e caminhões”, empresas que lideram a cadeia produtiva do setor, e os “fabricantes de autopeças”, que se posicionam no início da cadeia. O setor de autopeças insere-se na cadeia produtiva de veículos automotores, englobando também montadoras de veículos na etapa final, empresas produtoras de insumos básicos nas etapas iniciais da produção, empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos, atividades de venda e distribuição do produto final aos clientes e serviços técnicos e financeiros (FINEP, 2006a).

A indústria automotiva, entendida como montadoras de veículos mais fabricantes de autopeças, participa com cerca de 4% do PIB (Produto Interno Bruto) industrial brasileiro e 1,38% do PIB brasileiro (no cálculo da participação nos PIBs não foi considerado o faturamento total do setor e sim o faturamento agregado, ou adicionado, pelo setor automotivo). O faturamento total das montadoras, em 2003, foi de US\$ 15,7 bilhões de dólares e dos fabricantes de autopeças foi de US\$ 12,4 bilhões. A soma dos 2 faturamentos de US\$ 28,1 bilhões corresponde a 5,7 % do PIB brasileiro e a 16,5 % do PIB industrial. Como resultado a indústria automotiva no Brasil contribui para que o país assuma um peso importante e relevante na indústria mundial. Em 2004, o Brasil foi o 9º maior produtor mundial de veículos – sendo o 6º maior produtor de caminhões pesados e o 3º maior produtor mundial de ônibus (RENAI, 2006).

Esta indústria também tem um papel importante na geração direta e indireta de empregos, sendo responsável por, no mínimo, 1,3 milhão de empregos. As montadoras de veículos responderam, diretamente, por aproximadamente 88 mil empregos, em 2004, e os fabricantes de autopeças por 187 mil (RENAI, 2006).

Conforme o SINDIPEÇAS (2006) o setor automotivo teve no período 2000 a 2005 um aumento de produção na ordem de 49,50 % (não computado máquinas agrícolas), chegando a uma produção de 2.528.300 veículos em 2005. As vendas internas do mercado de veículos nacionais cresceram no mesmo período 23,66 % e houve também 141,66% de crescimento das exportações (SINDIPEÇAS, 2006).

Incentivos fiscais e necessidades estratégicas têm levado as montadoras de automóveis localizadas no Brasil a promover a nacionalização de produtos e processos junto aos fornecedores locais e avançar no conceito de “tropicalização”, que significa adequar o automóvel às condições locais de mercado. Em termos de processo, tem-se observado a necessidade de adequar a linha de produção às escalas locais, o que implica adaptar as linhas de montagem no Brasil, equacionando o nível de automação segundo o volume de produção (FINEP, 2006b). Estes esforços têm levado à elevação do padrão das práticas de produção, particularmente aquelas relacionadas ao Just-in-time e ao TQM (*Total Quality Management*).

Conforme avaliação da pesquisa do relatório setorial final da FINEP (2006a) a inovação, incluindo aquelas relacionadas ao sistema de produção, vem ocorrendo desde os primeiros níveis da cadeia produtiva (fornecedores diretos de montadoras e sistemistas; fornecedores de sistemistas), que são empresas ou grupos de capital transnacional. No setor de autopeças estas inovações, segundo o mesmo relatório FINEP (2006a), têm seguido alguns padrões como a ausência de atividades de pesquisa e foco maior no desenvolvimento de processos de produção.

A situação da indústria automobilística brasileira começou a se transfigurar com a abertura do mercado promovida pelo governo Collor, em 1991, permitindo a importação de veículos e componentes e mudando radicalmente o mercado. Os veículos importados traziam consigo desempenho e *design* diferenciados; ainda que não fossem acessíveis à grande maioria da população brasileira. A indústria automotiva brasileira já estabelecida no país viu-se frente ao desafio de modernizar rapidamente seus produtos e seu modo de produção. Foi a partir de então que se passou a se orientar esforços na busca por filosofias de gestão como o JIT e TQM (FINEP, 2006a).

O setor de automotivo com o setor de autopeças terá ainda pela frente grandes desafios conforme a Figura 1.1 para ocupar a sua capacidade instalada e aumentar a sua participação no mercado internacional, seja estimulando a demanda doméstica de maneira

sustentada, ampliar as exportações e, também, a eliminação das barreiras estruturais que impedem uma maior competitividade do setor a nível global. Um aspecto que estimula o setor apesar dos desafios é a elevada idade média da frota nacional, ilustrado na mesma Figura 1.1.

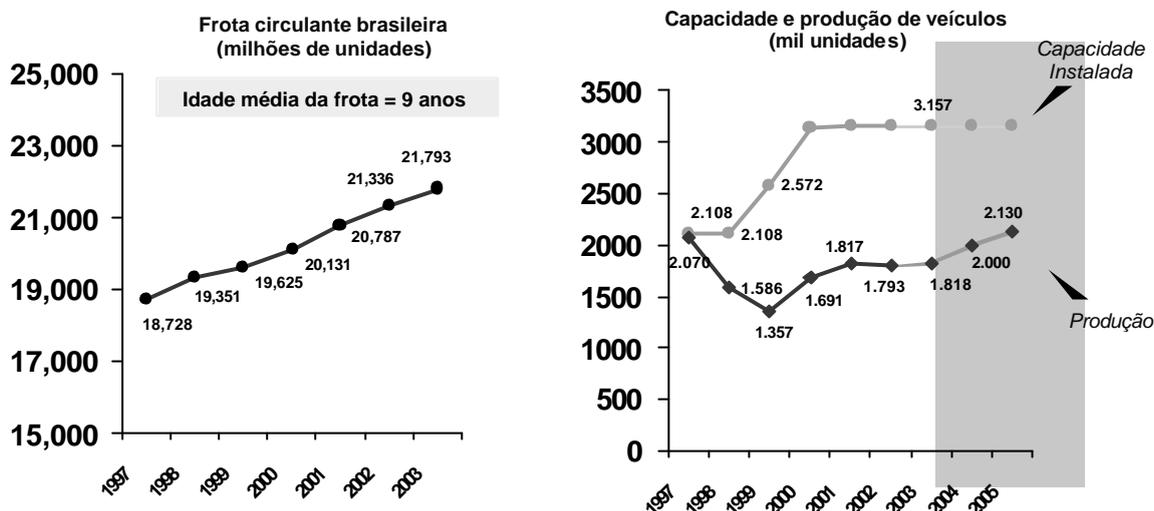


Figura 1.1 - Frota circulante e da capacidade de produção de veículos.

Fonte: (SINDIPEÇAS, 2004)

Apesar da situação apresentada acima, a demanda por veículos no Brasil é bastante pequena na comparação com outros países, havendo assim a necessidade de oferta de soluções de mobilidade alternativas e, também, formas mais atrativas de financiamento ao cliente, tendo em vista a restrição orçamentária do consumidor nacional (ACIONISTA, 2006). Esta circunstância de mercado exige respostas mais rápidas dos sistemas de produção presentes nesta indústria assim como maior flexibilidade do mix de produtos em cada sistema de produção. Diante destes desafios a presente dissertação pretende contribuir com a investigação de um aspecto crucial para alcançar estes objetivos da indústria: a redução dos tempos de *setup*, explicada em maiores detalhes na seção seguinte.

1.4.2 Relevância do *Setup* Rápido

No atual contexto da globalização, onde os mercados não ficam restritos a fornecedores locais e a competitividade entre as empresas se torna cada vez mais acirrada, o diferencial da flexibilidade no processo produtivo vem a responder a diversidade de produtos, a variações da entrega e da demanda, suportando também a variação dos tamanhos dos lotes de modo a se tornar extremamente importante a redução dos tempos de *setup*, diminuindo os custos e proporcionando este diferencial. O *Setup* (Preparação) pode ser definido como um

processo de mudança da produção de um item para outro em uma mesma máquina ou equipamento que exija troca de ferramenta e/ou dispositivo. O tempo de *setup* é compreendido entre a última unidade produzida de um ciclo até a primeira unidade, com qualidade, do ciclo seguinte (GOUBERGEN e LANDEGHEM, 2002).

Conforme Goubergen e Landeghem (2002) há diversas publicações e estudos de caso disponíveis de como os tempos de preparação podem ser reduzidos, mas basicamente todas estas aproximações são derivadas do método (*SMED - Single-Minute-Exchange-of-Die* ou Troca Rápida de Ferramentas – TRF), desenvolvida originalmente pelo coordenador industrial japonês Shigeo Shingo. Moxham e Greatbanks (2001) argumentam que Shigeo Shingo desenvolveu a técnica *SMED* num período de 19 anos, começando em 1950, sendo que o mesmo recorreu a teoria e a prática para simplificar e melhorar as atividades operacionais do *setup* para tempos inferiores a 10 minutos. Esta técnica encontrou respaldo em ambientes de manufatura onde há lotes pequenos e diversificação de produtos, ocasionando um número maior de *setups* para fazer frente a estas necessidades (MOXHAM e GREATBANKS, 2001).

Anteriormente ao método *SMED* a troca de ferramenta era considerada um elemento que reduzia eficiência e aumentava os custos, mas parecia não haver razão evidente para que dedicação de esforços especiais para estas operações (OHNO, 2002). Somente com a busca pela redução do tamanho dos lotes de produção e a utilização de sistemas puxados é que a importância da redução do tempo dispendido com estas operações ficou evidente.

A redução dos tempos de *setup* tem implicações diretas para a melhoria da competitividade do setor automotivo. Segundo informações do Seminário SAE Brasil (2005), nos próximos anos a indústria automotiva brasileira precisa vencer uma série de desafios para tornar-se mais competitiva ou mesmo superar países como China, Índia, e o Leste Europeu. Uma das estratégias apontadas é o investimento no desenvolvimento e consolidação do conhecimento por meio da engenharia, além de fomentar o mercado doméstico de veículos, reduzirem custos de produção e melhorar a qualidade dos produtos.

O método *SMED* em sua visão original de seus 4 estágios não contempla uma análise de custos que visualize monetariamente as perdas decorrentes de tempos longos de *setup*, e sim uma visão de falta de flexibilidade que ocasiona a perda de capacidade produtiva, gerando assim menos ganhos.

Já o método ABC trás uma visão mais acurada para os custos industriais, onde a

análise das tarefas para a execução de um produto pode identificar as atividades que agregam valor das que não agregam valor, bem como quantificá-las, considera-se, portanto um instrumento útil que se possa integrar ao método *SMED*. Esta importância está relacionada ao fato de que com a identificação e quantificação temporal e monetária das atividades que agregam e das que não agregam valor venha a propiciar elementos para a eliminação de desperdícios, melhoria contínua, visibilidade na produção, dentre outros, preceitos estes balizadores da *lean production*.

Conforme Ostrenga *et al.* (1997), as principais oportunidades para melhorias vêm de atividades que agregam tempo ou custo a um processo, sem agregar valor aos olhos do cliente. Esta observação do referido autor vem a corroborar com os preceitos do *SMED* no sentido de ganhos advindos de oportunidades de melhoria do processo.

Neste contexto, a presente pesquisa pretende contribuir com o avanço do setor no que tange à velocidade de resposta a demandas através do estudo sobre como reduzir tempos de *setup* através da integração de dois conceitos já consolidados, “Método Redução de *Setup*” e “Custeio ABC”.

1.5 VISÃO GERAL DO MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa adotado nesta dissertação envolveu inicialmente a revisão bibliográfica referente aos temas: Sistema Toyota de Produção, Produção Enxuta, Troca Rápida de Ferramentas, Custeio Baseado em Atividades, e temas relacionados a gestão da produção e custos industriais. Na seqüência foi realizado o trabalho de campo no chão de fábrica de uma empresa, na forma de um estudo de caso, objetivando coletar dados que possibilitassem a validação do método proposto, ou seja, a integração do método *SMED* e do Método de Custeio Baseado em Atividades (ABC). O protocolo de coleta de dados para o método *SMED* seguiu os passos dos estágios conforme as técnicas desenvolvidas por Shingo (2000).

O protocolo de coleta de dados para o método de custeio ABC, o pesquisador se baseou em Turra (2002). A estratégia de análise de ambos os métodos foi a de verificar possibilidades de melhoria no processo pelas duas óticas, uma mais conceitual e outra com visão através da aferição de custos observando as perdas financeiras decorrentes de atividades que não agregam valor.

1.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

De forma geral esta pesquisa ficará limitada ao desenvolvimento de uma proposta de integração do método *SMED* com o método ABC objetivando a identificação de prioridades de melhoria para a redução de tempo de *setup*.

Diante do escopo estabelecido, esta pesquisa não tratou dos estágios intervencionistas do método *SMED*, mantendo-se nos estágios ditos estratégicos ou de proposição de melhorias, ou seja, estágios inicial e um.

Como item foco deste estudo, será analisado o processo de fabricação de uma peça de um total de oito peças componentes de um sub-sistema de um veículo automotivo. A aplicação do método ABC ficará limitado à aplicação operacional deste nos limites do processo analisado e, portanto, não tratará da totalidade do CIF (Custo Indireto de Fabricação).

Considera-se também uma limitação desta pesquisa a utilização dos números fornecidos pela empresa para os cálculos do método ABC, não podendo, portanto, o pesquisador garantir a sua precisão.

1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação possui cinco capítulos assim estruturados:

Capítulo 1: introdução com o problema da pesquisa, objetivo, hipótese, justificativa, método de pesquisa e limitação desta;

Capítulo 2: são apresentadas as definições: de *setup*, estratégia da produção, vantagens competitivas, variáveis competitivas, tempo como vantagem competitiva, princípio da redução do tempo de ciclo, abordagens heurísticas para compressão do tempo de ciclo, redução de *setup* como mecanismo de flexibilização da produção e etapas para redução de *setup*. O capítulo também apresenta ao final os principais aspectos do Método de Custeio ABC dado que o mesmo será utilizado na fase de campo e é parte integrante dos objetivos de estudo desta dissertação;

Capítulo 3: neste capítulo é apresentado o método de pesquisa, caracterização do problema, seleção do método de pesquisa, caracterização do método de estudo de caso, critério de seleção do estudo de caso, unidade de análise, o protocolo da coleta de dados, a

estratégia de análise e validação interna e externa;

Capítulo 4: é apresentada a caracterização do estudo de caso, diagnóstico utilizando o método de Shingo e o Método de Custeio ABC. Subseqüentemente são analisados conjuntamente os resultados de ambos os métodos, resultando no estabelecimento de prioridades de melhoria do *setup* na produção. O capítulo encerra-se com a proposição de mecanismo de integração entre o Método de Redução de *setup* de Shingo conhecido como *SMED* e o Método de Custeio ABC.

Capítulo 5: conclusões sobre o problema, objetivo e hipótese, considerações sobre o método de pesquisa, sugestões para trabalhos futuros e conclusão final.

2 *SETUP*

2.1 DEFINIÇÃO

A troca de produtos ou preparação de máquinas apresenta uma variedade de definições na literatura. Entre os termos mais encontrados destaca-se *setup*, troca de formato, troca de produto em uma linha de montagem, *changeover* de uma linha de produção, troca de fase, troca de série, troca de serviço, troca de molde, de estampo, de dispositivo, entre outros (REKOM, 2006).

Setup é tudo que antecede a uma operação, seja para sua preparação, regulagem, troca de ferramenta, dispositivo e outros, num processo industrial. Também se pode definir o termo *setup* como sendo o tempo decorrido entre o final da produção de uma peça e o início da produção da próxima peça diferente, envolvendo nesta parcela de tempo toda a preparação para reiniciar o ciclo, ou seja, o tempo dispensado na preparação do equipamento para habilitá-lo ao reinício da atividade (SHINGO, 2000). O mesmo autor esclarece de que o termo *setup* não se aplica apenas à preparação e ao pós-ajuste de uma operação de processamento; refere-se também às operações de inspeção, de transporte e de espera relacionadas à preparação do posto de trabalho.

O tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote (SLACK *et al.*, 1997). Entende-se, portanto, de que *setup* é o tempo que antecede qualquer atividade de processamento e que exija a interferência de um operador humano ou não, e que envolva algum tipo de mudança de configuração no processo. Já conforme Lean (2006), *setup* é o processo de mudança da produção de um item para outro em uma mesma máquina ou equipamento que exija troca de ferramenta e/ou dispositivo. O tempo de *setup* é, então, compreendido entre a última unidade produzida de um ciclo até a primeira unidade, com qualidade, do ciclo seguinte (LEAN, 2006).

Dado que o *setup* não adiciona valor, o tempo ideal para sua execução é zero. Quanto mais se aproxima deste ideal, tanto menor será seu custo dado que há a transferência direta do tempo reduzido ao *setup* ao tempo de operação do equipamento, resultando em maior produtividade. O tempo que se reduz do total de *setup* implica na adição de capacidade produtiva à atividade de processamento (SANTOS, 1999).

2.2 O CONTEXTO DO *SETUP* NA *LEAN PRODUCTION*

A importância da redução do *setup* foi primeiramente reconhecida quando do desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção. No ano de 1950 passados 13 anos de esforços depois da fundação da Toyota Motor Company, advogava-se na empresa a meta a equiparação com os Estados Unidos da América. Nesta época a Toyota produzia menos da metade do que a Ford produzia num só dia, ou seja, 2.685 automóveis para 7.000 (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

Neste cenário foi realizada uma visita técnica pelo engenheiro japonês Eiji Toyoda aos Estados Unidos junto a fábrica Rouge da Ford considerada na época o maior e mais eficiente complexo fabril do mundo. Eiji estudou minuciosamente a planta de Rouge e demonstrava sua intenção de ser possível melhorar o sistema de produção da Toyota quando dirigia correspondência a sua empresa. Todavia a cópia e aperfeiçoamento do modelo da Ford revelaram-se de difícil transferência para a realidade japonesa da época, escassa de recursos materiais e humanos (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

No seu retorno ao Japão aliado a Taiichi Ohno, seu “*especialista da produção*”, Eiji concluiu que a produção em massa jamais funcionaria em seu país. Destas análises e deduções iniciais surgiram os primeiros *insights* do Sistema Toyota de Produção e por seguinte o *Lean Production* (WOMACK; JONES; ROSS, 1992). Ohno (2002) enfatiza de que seus esforços para construir o STP (Sistema Toyota de Produção), bloco por bloco, se baseava também na forte necessidade de descobrir um novo método de produção que eliminasse o desperdício e ajudasse a alcançar os Estados Unidos em três anos. Entre estes métodos um aspecto fundamental identificado na época foi a necessidade de buscar rápidas respostas da produção para pequenos lotes, sem que houvesse comprometimento de custos ou qualidade (OHNO, 2002).

Conforme Ohno (2002), fazer grandes lotes de uma única peça, isto é, produzir uma grande quantidade de peças sem uma troca de matriz, é ainda hoje uma regra de consenso de sistemas de produção que utilizam o sistema de produção em massa. Portanto o sistema de produção em massa advoga grandes lotes, lida com vastas quantidades, e produz muito inventário diferentemente dos sistemas de produção utilizando a *lean production*, que tem como base a eliminação total do desperdício, tendo como lema “produção em pequenos lotes e troca rápida de ferramentas” (OHNO, 2002).

A filosofia de gestão que fundamenta os sistemas de produção onde a busca pela redução do *setup* é mais presente é chamada “*lean production*” ou “produção enxuta”. *Lean Production* é uma filosofia para projetar e fabricar produtos que busca a completa eliminação das perdas na produção, com o propósito de reduzir os custos e agregar valor ao produto. A idéia básica nesta filosofia de produção é produzir os tipos de unidades necessárias no tempo necessário e na quantidade necessária. Com a realização deste conceito podem ser eliminados os inventários e aumentada a eficiência e capacidade da fabricação (SHINGO, 2002).

Lean production incorpora os conceitos e ferramentas do TQM (*Total Quality Management*), o qual é centrado na busca contínua pelo alcance dos requerimentos do cliente final, envolvendo ações em toda a extensão da empresa, desde a concepção do produto até o serviço pós-venda. *Lean production* tem, também, como base a filosofia JIT (Just-In-Time), cuja características principais incluem a redução de estoques e as ordens de produção seguindo um processo “puxado” pela demanda. O JIT busca a resposta à demanda na forma mais instantânea possível.

Como fundamentos da *lean production* o JIT e o TQM incluem princípios como os listados a seguir:

- Eliminação de estoques;
- Eliminação de desperdícios;
- Manufatura de fluxo Contínuo;
- Esforço contínuo na resolução de problemas;
- Melhoria contínua dos processos;
- Produção integrada, estoques baixos, gerenciamento JIT;
- Produção puxada pelos clientes (ao invés de empurrada);
- Ênfase na prevenção no controle da qualidade, em lugar da detecção ou correção;
- Trabalho organizado (em equipes);
- Níveis hierárquicos mínimos;

- Equipes polivalentes dedicadas à eliminação de atividades que não agregam valor;
- Integração de toda a rede de suprimento, desde a matéria-prima até o cliente final.

O *Just-in-time* é central no conceito *lean*, pois, somente este sistema de fluxo pode expor todos os problemas na origem, assim assegurando sua eliminação e encaminhando à melhoria contínua do sistema de produção, diferente, portanto a outros sistemas de produção onde o uso de *buffers* no processo é visto como uma estratégia para encobrir e esconder problemas potenciais, assim criando desperdícios e reduzindo a adição de valor (COONEY, 2002).

Conforme Ohno (2002), JIT ou “justo a tempo” é um sistema de produção onde o fornecimento de peças chega no momento em que serão necessárias, evitando assim o desperdício. Para se atingir o JIT, frequentemente utiliza-se o método *Kanban*, o qual controla o fluxo de mercadorias, contribuindo para a redução de perdas e identificação de melhorias.

Cooney (2002) questiona sobre a universalidade do *Lean Production*, comenta que este faz uma ampla visão da produção e da distribuição da manufatura, desenvolvendo um conceito de produção que abranja a cadeia completa da manufatura do design e do desenvolvimento de produto, através da manufatura e da distribuição.

O STP (Sistema Toyota de Produção) conforme Ohno (2002) tem como *slogan* “produção em pequenos lotes e *SMED*”, sendo o oposto do apregoado pelo sistema de produção em massa, que propõe grandes lotes de uma única peça onde os custos do *setup* são distribuídos de maneira a não impactarem no produto final. Para tanto o sistema de produção em massa via de regra implica no aumento dos estoques intermediários na produção e, por consequência, maiores custos decorrentes do aumento do volume de atividades que não agregam valor.

2.3 O PARADIGMA TRADICIONAL DO *TRADE-OFF* ENTRE TAMANHO DE LOTE E TEMPO DE *SETUP*

Conforme Santos (1999), um argumento comum contra os tamanhos de lotes

pequenos é o aumento no número de *setups*. Usando uma lógica econômica clássica do tamanho do lote, o pensamento tradicional acredita em um limite fixo no relacionamento entre o número de *setups* e os custos totais de fabricação, conforme ilustra a Figura 2.1 a seguir (SANTOS,1999; SHINGO, 2000):

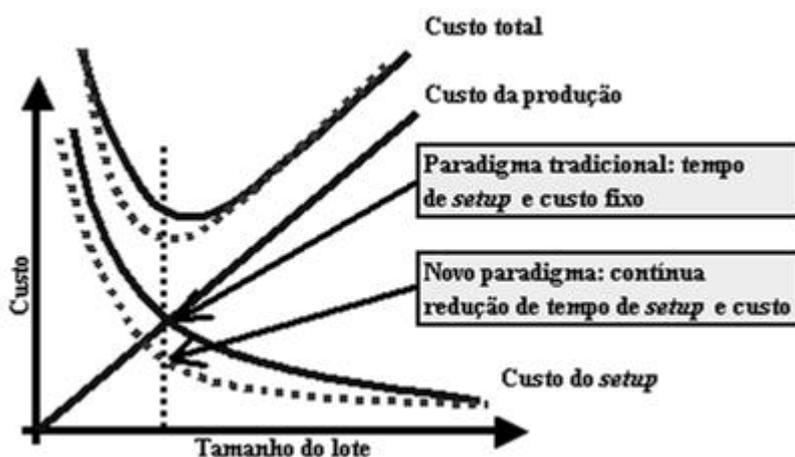


Figura 2.1 – Paradigma tradicional do tempo de *setup* fixo.
Fonte: (SANTOS, 1999)

Como é ilustrado na Figura 2.1, o pensamento tradicional erroneamente supõe que o tempo e o custo gasto no *setup* é fixo. De fato, uma das regras tradicionais do tamanho do lote é o *trade-off* (compensação) entre um custo de *setup* fixo e os custos adicionais que seriam incorridos no inventário crescente se nivelariam (SANTOS,1999; SHINGO, 2000).

Conforme Shingo (2000), o conceito do lote econômico está correto em sua lógica, mas este mesmo conceito está embasado no modelo tradicional de que as reduções significativas de tempos de *setup* não são possíveis. Tal paradigma é desafiado com a aplicação do método *SMED*.

A seguir tratou-se sobre o âmbito pelos quais os tempos de *setup* fazem parte, bem como num contexto geral da melhoria advinda de todos estes componentes do *lead time* podem contribuir para um melhor desempenho do sistema produtivo.

2.4 PRINCÍPIO DA REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO

2.4.1 Entendendo os Componentes do Tempo de Ciclo

Para uma melhor compreensão do tempo de ciclo e de seus componentes, faz-se necessário à apresentação de definições chave bem como destacar as implicações para o processo de produtivo. Desta forma destaca-se *lead-time* (Tempo de Atravessamento), onde

no processo de produção intermitente de um item, o tempo total entre a chegada de uma ordem na produção até que esta ordem seja realmente entregue ao cliente. Neste período está incluso o tempo gasto pelos materiais ou sub-produtos com filas, o tempo de *setup* (preparação), o tempo de *throughput* (processamento), o tempo de *buffer* (pulmão) e tempo de transporte/instalação (LOPES, 1998; SANTOS, 1999).

As implicações oriundas das alterações do tempo de *lead-time* afetam todo o processo produtivo, e para tanto há de se melhor conhecer individualmente cada um de seus componentes objetivando otimizar seus tempos e extraindo uma redução do tempo de atravessamento.

Segundo Santos (1999) o tempo de ciclo de um processo é composto pela transformação, inspeção, atividades de espera e movimentação, sendo que as atividades de transformação são as únicas que realmente adicionam valor ao cliente. Portanto, o tempo de ciclo compreende o período que envolve a fase de *setup* e a fase de processamento como ilustra a Figura 2.2.

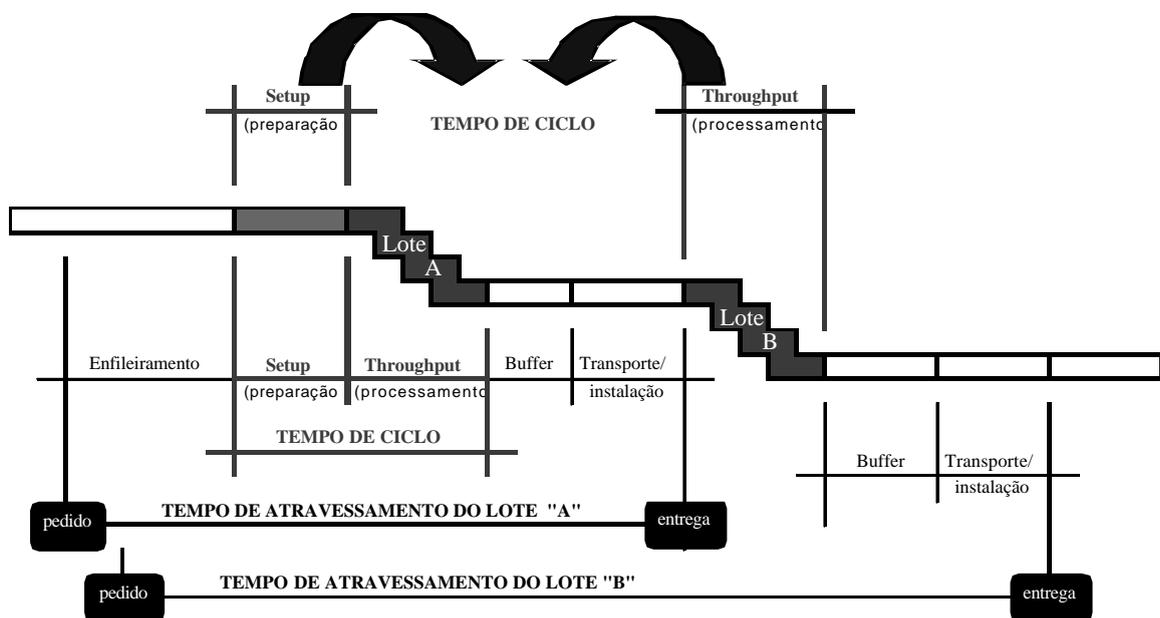


Figura 2.2 – Componentes do Tempo de Ciclo.
Fonte: (SANTOS, 1999)

A redução do *lead-time* está condicionada à redução dos estoques intermediários, à sincronização da produção e ao do tamanho dos lotes de fabricação. Portanto, fica claro que sendo a redução do tamanho dos lotes uma das abordagens para reduzir o *lead-time* então redução do tempo de *setup* é aspecto central para permitir a redução do *lead-time* (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Johnson (2003) cita que muitas causas de MTTP (*Manufacturing Throughput Time per Part*) longo são resultadas de políticas e procedimentos executados no passado que eram usados para controlar tamanhos de lotes da produção, tamanhos de lote de transferência, utilização da estação de trabalho, e o acesso a recursos (trabalhadores e/ou máquinas), e assim por diante. A utilização elevada da estação de trabalho é um principal contribuinte a MTTP longo, especialmente nos casos onde a variabilidade é elevada. Se a variabilidade não puder ser reduzida, a utilização da estação de trabalho deve ser reduzida a tempos mais baixos de processamento (*throughput*).

Na produção, para produzir uma ordem determinada, o tempo de ciclo inicia com o *setup* e termina no momento que a ordem está pronta para ser entregue ao cliente, podendo este cliente ser interno ou externo, dependendo se estiver analisando um fluxo de um produto completo ou suas peças (SANTOS, 1999).

Na Figura 2.2 o *Buffer* pode ser definido como um recurso excedente dentro do processo (Ex: tempo, material) usado com o objetivo de criar uma barreira protetora contra a variabilidade.

Johnson (2003) define o tempo de processamento (*throughput*) da manufatura como sendo o período de tempo entre a liberação de uma ordem ao chão da fábrica e seu recebimento no inventário de bens terminados, ou carregados ao cliente. Portanto, qualquer redução de tempo dentro desta faixa, reverte em benefício à produtividade. As reduções no tempo de processamento (*throughput*) da manufatura podem gerar benefícios numerosos, incluindo a diminuição do trabalho-em-progresso e níveis do inventário dos bens terminados, a melhora da qualidade, custos mais baixos, e um menor erro de previsão (devido que as previsões são para horizontes de tempo mais curto) (JOHNSON, 2003).

Para um melhor entendimento das atividades da produção, Shingo (2000) esclarece de que estas podem ser mais bem interpretadas através da rede de processos e operações. O “processo” é um fluxo contínuo no qual matérias-primas são convertidas em produtos acabados e a “operação”, é cada ação realizada pelo homem, pela máquina ou pelo equipamento sobre matérias-primas e produtos intermediários ou acabados. Portanto, as atividades produtivas compreendem processos e operações, sendo que os *setups* existem em todos os tipos de operações (SHINGO, 2000). Um “processo” é constituído de atividades de processamento, inspeção, transporte e estocagem e, as “operações” incluem as atividades de

preparação/ajustes (chamado nesta dissertação de *setup*) e operações principais, auxiliares e folgas marginais.

Shingo (2002) enuncia que “é a função processo, em verdade que permite atingir as principais metas de produção, enquanto as operações desempenham um papel suplementar”. Portanto verifica-se que a prioridade de melhoria inicialmente é no sentido de focar o processo, visto que ele é composto de ações que não agregam valor, como: inspeção, transporte e estocagem, e uma ação voltada à melhoria destes componentes influenciará determinantemente sobre todo o processo produtivo. A melhoria no *setup*, desta forma, deve vir após a realização de melhorias no “processo”.

No STP, como esclarece Ohno (2002), a seqüência e padronização do trabalho são feitos em primeiro lugar, visto que as maiorias dos problemas podem ser eliminados, sendo que se o aperfeiçoamento do equipamento viesse em primeiro lugar os processos de fabricação nunca seriam aperfeiçoados.

Ohno (2002) declara que a verdadeira melhoria na eficiência surge quando produzimos zero desperdício e levamos a porcentagem de trabalho para 100%. Esta é a abordagem primordial e utópica do STP, visto que identifica e se persegue continuamente a solução integral dos desperdícios, proporcionando assim uma trajetória de melhoria significativa nos sistemas produtivos, mas, contudo sem produzir o zero desperdício.

Conforme Shingo (2002), o STP identifica e advoga a eliminação de 7 perdas no setor produtivo que estão diretamente relacionadas ao processo de produção, a saber:

- 1) **Superprodução**: esta pode ser quantitativa ou por antecipação, de qualquer forma trata-se do primeiro objetivo do STP visto que esta ajuda a encobrir outras perdas;
- 2) **Espera**: a equalização e sincronização entre processos podem reduzir ou eliminar as esperas de processo, e operações de fluxo de peças unitárias podem acabar com as esperas de lotes. Entretanto tem-se como prioritário a melhoria do leiaute para a efetivação destas ações. O elevado tempo de *setup* contribui para esta perda;

- 3) **Transporte**: os procedimentos de transporte nunca aumentam o valor agregado. Pode-se, portanto, através da melhoria do leiaute da planta reduzir a necessidade de transporte;
- 4) **Processamento**: para o melhor entendimento desta perda deve-se fazer este questionamento: por que fazemos determinado produto e usamos determinado método de processamento. Devem, portanto utilizar-se de melhorias voltadas a Engenharia de Valor e a Análise de Valor, primeiramente.
- 5) **Estoque**: esta perda está relacionada à falta de sincronia na relação entre o período do prazo de entrega e o ciclo de produção. Se o tempo do prazo de entrega for superior o de ciclo de produção será inevitável um crescimento nos estoques dos produtos, haja vista a especulação a respeito do fato.
- 6) **Movimento**: o movimento desnecessário, cujo qual possui estudos específicos (tempos e movimentos) encontra na explicação de Gilbreth *apud* Antunes (1995) que “o tempo é meramente um reflexo do movimento” as causas desta perda.
- 7) **Produtos Defeituosos**: estes estão relacionados a itens da produção que não atingiram um estágio mínimo de qualidade requerida.

Na seção a seguir são apresentadas as abordagens heurísticas conhecidas para a redução dos tempos de ciclo em processos produtivos.

2.4.2 Abordagens Heurísticas para Compressão do Tempo de Ciclo

Quanto à redução do tempo de ciclo este princípio consiste na redução do período de tempo para um grupo particular de lotes de material e subprodutos atravessarem todos os estágios de um ciclo de processo (SANTOS, 1999). Dentre as aproximações oferecidas na literatura, a estrutura de abordagens heurísticas proposta por Koskela (1992) apresenta um relacionamento direto ao tempo de ciclo bem como oferece uma estrutura para a sua redução, conforme segue:

- **Reduzir o tamanho do lote**: quando o tamanho do lote de um dado processo é reduzido, o material ou informação pode fluir muito mais rápido pelos estágios do processo e alcançar o cliente final mais cedo. Há um menor tempo de espera entre as estações de trabalho e os trabalhadores podem iniciar a operação imediatamente.

Conseqüentemente, a transformação de um sistema de produção clássico usando grandes lotes em para um fluxo de valor de pequenos lotes, fluindo continuamente enquanto são puxados pelo cliente, pode significativamente elevar o desempenho da produção (WOMACK; JONES; ROSS, 1992);

- **Reduzir o trabalho em progresso:** a redução do trabalho em progresso, em inglês *WIP (Work in Progress)*, é uma das abordagens fundamentais no JIT para reduzir o tempo de ciclo. Idealmente o operador e as máquinas devem realizar todas as operações interconectadas de cada unidade de lote com apenas uma visita (*one stop operation*). O planejamento de produção converte pedidos específicos de clientes em seqüências de produção para toda unidade de produção, sendo que o objetivo consiste em combinar a utilização da máquina com a otimização global. O tempo de ciclo mais curto acontece quando o trabalho em progresso é igual ao *throughput*;
- **Minimizar distâncias:** o transporte e armazenamento de materiais são uma das atividades que mais consomem tempo em sistemas de produção apesar de não agregar valor ao produto para o cliente final. As estratégias mais comuns de ação nesta área são estudos ergonômicos e o planejamento do leiaute. Na manufatura celular, por exemplo, há uma combinação de pessoas e máquinas em uma única seqüência operacional que coloca o início de um processo tão próximo possível ao fim desse (conhecido como leiaute em “u”) (GALSWORTH, 1997 *apud* SANTOS, 1999);
- **Solucionar problemas de controle e restrições para um fluxo rápido:** as restrições relacionam-se geralmente às características físicas do equipamento, produtos ou os materiais e, assim, são eles mesmos assunto à melhoria contínua. Um exemplo de tais restrições é o equipamento que exige demasiado esforço se mover porque é demasiado pesado, demasiado grande, ou além das necessidades do trabalho. Uma outra barreira comum para um fluxo rápido na produção é a presença de controles consumindo tempo. Em geral os controles são necessários porque especificam as circunstâncias para a produção e se certificam de que estas circunstâncias estão no lugar, tais como a qualidade do produto ou a época de entrega de um componente na data especificada. Não obstante, dado que o controle não adiciona valor, as melhorias devem ser dirigidas no sentido de eliminá-lo ou, ao menos, em reduzir. Nas situações onde os controles são vistos como inevitáveis ou como importantes para a melhoria, devem ser projetados a permitir o fluxo rápido (SANTOS, 1999);

- **Reduzir a variabilidade:** as restrições relacionam-se geralmente às características físicas do equipamento, produtos ou conforme Santos (1999), sempre que um processo é sujeito a variabilidade, a qualidade, a entrega e o custo desse processo também irão variar. Há normalmente dois tipos de variabilidade na produção sendo o primeiro a dos fatores aleatórios que são inerentes em um processo e difíceis e/ou caros para controlar ou eliminar, como exemplo o número de ordens por dia do cliente. O outro tipo de variabilidade é de causas que podem ser identificadas, sendo assim mais fáceis de serem controladas, portanto chamadas de causas controláveis. A implantação de programas de gerência em qualidade total e certificações como ISO tem contribuído para um aumento sistemático na redução da variabilidade dentro da indústria (SANTOS, 1999);
- **Sincronizar e nivelar os fluxos:** a sincronização e nivelamento dos fluxos são entre os sistemas de produção enxutos das aproximações práticas as mais fundamentais de execução. O alvo final nesta aproximação é alcançar um estágio onde cada elemento produza a quantidade exata pedida pelo elemento seguinte na corrente da produção. Conseqüentemente, a sincronização e o nivelamento dos fluxos são relacionados à maneira em que os materiais são requisitados desde que maior ênfase é dada a "puxar" em vez do "empurrar" a produção. Uma barreira comum para um fluxo contínuo é a presença de controles em demasia (SANTOS, 1999);
- **Mudar a ordem do processo:** significa tornar paralelo, fundir ou inverter a seqüência de atividades de um determinado processo. Desafia geralmente a opinião tradicional que considera a seqüência do processo. Dado a visão da difícil execução desta tarefa, a engenharia usa esta aproximação vendo o projeto e a produção como uma série dos processos simultâneos onde o objetivo inicial é de eliminar o desperdício [(HUOVILA, KOSKELA, & LAUTANALA, 1994); (KOSKELA & HOUVILA, 1996) *apud* (SANTOS, 1999)].
- **Isolar as atividades que adicionam valor das atividades de suporte:** idealmente, atividades de processamento deveriam estar alinhadas no tempo e no espaço, permitindo um fluxo de materiais de forma contínua visto que estas são as únicas que realmente adicionam valor. Os esforços para melhorar a produção devem incluir a externalização de todas as atividades de suporte deste fluxo principal. Esta externalização pode-se seguir as etapas similares as usadas para reduzir o tempo do *setup* [(MONDEN, 1998; SHINGO, 1989) *apud* (SANTOS, 1999)].

Tendo em vista a definição de tempo de ciclo adotada nesta dissertação e apresentada no início desta seção, as abordagens heurísticas apresentadas acima têm como característica central a busca pela redução das atividades que não agregam valor e aumento da eficiência da atividade de processamento. Esta última atividade é a única que efetivamente adiciona valor ao processo. Neste sentido, a redução do tempo de *setup* tanto sob a ótica do processo (fluxo de materiais/informação) como sob a ótica das operações envolvidas (fluxo de pessoas/máquinas) busca, no limite, a eventual supressão da própria existência do *setup*.

A redução do tempo de *setup* tem implicações diretas na flexibilização do processo, embora o enfoque usual do processo de melhoria seja nas operações envolvidas. Portanto, a implementação de melhorias no *setup* deve ser precedida de melhorias no processo. Da mesma forma, a melhoria no *setup* demanda um adequado entendimento das demandas estratégicas da empresa com respeito à produção, a fim de serem elaboradas melhorias que efetivamente contribuam com a competitividade da mesma. A próxima seção discute justamente as implicações estratégicas da redução do *setup* na empresa, com ênfase no sistema de produção.

2.5 CONTEXTO ESTRATÉGICO DO *SETUP* NA PRODUÇÃO

2.5.1 Aspectos Gerais

Os tempos de *setup* têm um grande impacto na maneira em que um negócio se comporta nos termos da propriedade do inventário e a flexibilidade da manufatura e é um dos elementos chaves na implementação da *lean production* (BURCHER; DUPERNEX; RELPH, 1996). Além da flexibilidade, Harmon e Peterson (1991) declaram que o tempo gasto em *setup* é condição necessária para diminuir o custo unitário de preparação. Tal redução é importante por três razões:

- a) quando o custo de *setup* é alto, os lotes de fabricação tendem a ser grandes, aumentando o investimento em estoques;
- b) as técnicas mais rápidas e simples de troca de ferramentas diminuem a possibilidade de erros na regulagem dos equipamentos; e
- c) a redução do tempo de *setup* resultará em aumento do tempo de operação do equipamento.

Conforme Monden (1984), a minimização de estoques, produção orientada por

ordem de serviço e pronta adaptabilidade às alterações de demanda são as maiores vantagens da TRF e ainda observa que a taxa de utilização da capacidade das máquinas é aumentada reduzindo-se seu tempo de *setup*, todavia, deve-se observar que esta pode ocasionar uma superprodução com tendências a perdas, sendo assim uma situação pior do que um baixo nível de produção.

Segundo Shingo (2000), o problema que as indústrias enfrentam não é a produção diversificada e de baixo volume, mas sim a produção envolvendo múltiplos *setups* e pequenos lotes. A produção em pequenos lotes propicia a diversificação encontrando geralmente a dificuldade no maior número de operações de tempo de preparação (*setup*) necessárias – regulagem/combinção, troca de ferramentas e matrizes, dentre outros. Para vencer os problemas gerados pela diversificação da produção, algumas empresas optaram por fabricar poucos produtos e tentam estimular a sua demanda (SHINGO, 2000). Contudo, tal estratégia tem encontrado cada vez menor viabilidade na medida em que os mercados locais têm acesso ao suprimento global, estimulando justamente a demanda por produtos customizados. Portanto, a redução do tempo de *setup* é fundamental para viabilizar a diversificação dos produtos de uma empresa sem comprometer prazos ou custos (FIEDLER, *et al.*, 1993; MIRZA e MALSTROM, 1994).

Nas seções a seguir são apresentadas as implicações da redução do *setup* de acordo com as variáveis competitivas mais relevantes para os sistemas de produção.

2.5.2 Visão Geral das Variáveis Competitivas na Produção

A globalização proporcionou o acesso das empresas aos mercados mundiais, possibilitando assim todo um novo campo de atuação para a venda de produtos com a possibilidade de mudança de ênfase do mercado local para o global. Este novo panorama fez com que a competição ficasse mais acirrada entre as empresas, forçando a adoção de estratégias competitivas que lhes assegurassem a inserção, colocação, e manutenção na venda de seus produtos mesmo em locais distantes do sistema de produção.

Porter (1996) esclarece que a eficiência operacional e a estratégica são ambas essenciais ao desempenho excelente que é, afinal, o objetivo principal de qualquer empresa. Contudo, ambas funcionam de maneira diferente. Para uma empresa ultrapassar os rivais deve preservar uma característica única relacionada à sua competência central. Terá de proporcionar maior valor aos consumidores ou criar valor a custos mais baixos; ou fazer as

duas coisas. Uma maior eficiência significa custos unitários mais baixos os quais desde a criação, produção, venda, entrega, até o serviço pós-venda (PORTER, 1996).

Poucas têm sido as empresas a conseguir competir com base na eficiência operacional durante um período de tempo muito prolongado. A razão mais óbvia para isto é a natural difusão das melhores práticas dentro do setor industrial a que pertencem (PORTER, 1996). Neste sentido Porter (1986) argumenta que a essência da estratégia competitiva é o desenvolvimento de uma ampla fórmula de como a empresa irá competir, quais seriam as suas metas e políticas necessárias para a concretização destas. Neste contexto, Porter (1986), estabelece três abordagens estratégicas genéricas para uma empresa obter vantagem competitiva perante a concorrência:

- a) **Liderança em custo:** consiste em atingir a liderança no custo através de um conjunto de políticas funcionais orientadas para este objetivo, portanto nada mais é que produzir produtos com custos inferiores ao da concorrência podendo assim competir no preço;
- b) **Liderança na diferenciação:** consiste em produzir um produto único, sendo assim diferenciado da concorrência. A diferenciação caso seja alcançada propicia um retorno acima da média, visto que ela cria uma posição defensável para com as 5 forças competitivas (novos entrantes, ameaça de substituição, poder de negociação dos compradores, poder de negociação dos fornecedores e rivalidade entre os atuais concorrentes);
- c) **Enfoque/Nicho:** esta estratégia visa focar um determinado grupo comprador, um segmento de linha de produtos ou um mercado geográfico. A empresa tem desta forma a premissa de que é capaz de atender seu estreito alvo estratégico de forma mais efetiva e eficiente do que a concorrência.

A vantagem de custo e a diferenciação originam-se da estrutura industrial e resultam da habilidade de uma empresa em lidar com as cinco forças que definem a competitividade da empresa no mercado, conforme ilustra a Figura 2.3 a seguir (PORTER, 1989).

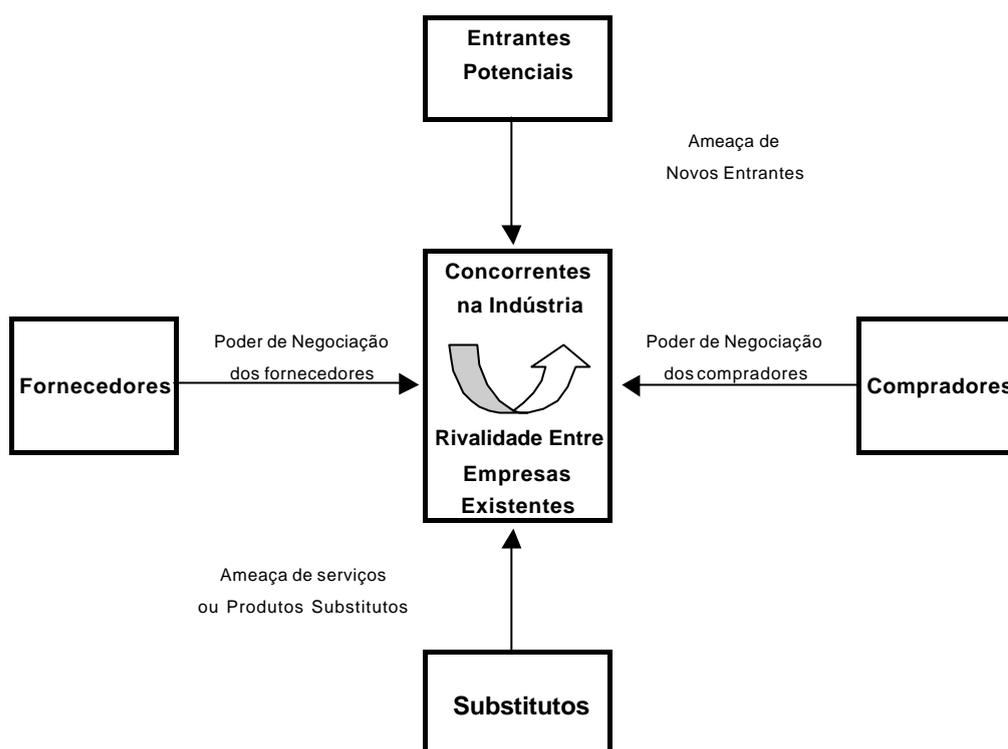


Figura 2.3 – As cinco forças competitivas que determinam a rentabilidade da indústria.
Fonte: (PORTER, 1989)

Também conforme Porter (1989) mesmo quando a empresa opta pela diferenciação esta deverá ter uma *paridade* ou uma *proximidade* de custos em relação a seus concorrentes, reduzindo o custo em todas as áreas que não afetam a diferenciação. Conforme relata o IEF - Instituto de Estudos Financeiros (2005) “interessante notar que no Brasil há vários casos emblemáticos de empresas diferenciadoras, antes líderes em seus mercados, e que nos últimos anos têm experimentado resultados desapontadores. Sintomaticamente, essas empresas vêm perdendo mercado para concorrentes focados no custo. No Brasil, os anos de inflação alta e o fechamento da economia por muito tempo, foram os principais causadores da pouca atenção que as empresas dispensavam aos custos. Com frequência, encontrávamos empresas numa situação surrealista: não tinham custos competitivos nem eram diferenciadoras”.

Com a grande competição por uma fatia de mercado as empresas precisam ser flexíveis e se compararem com seus concorrentes para obter maior eficiência e evoluir continuamente. Esta comparação leva a uma cópia do posicionamento estratégico dos concorrentes tornando as vantagens temporárias. O incentivo ao aparecimento de inúmeras técnicas de gestão motivado pela necessidade da melhoria da produtividade, qualidade e

velocidade nas empresas tem revelado melhorias operacionais significativas, todavia observa-se que não conseguem traduzir estes ganhos operacionais em vantagens sustentáveis (PORTER, 1996).

As estratégias competitivas como preço (custo), qualidade do produto, variedade de modelos (flexibilidade), prazo (tempo), podem ser entendidos como “**campos de competição**”, da mesma forma “**arma de competição**” é o termo utilizado para os atributos que não interessam ao comprador, mas que são um meio para que a empresa alcance a vantagem competitiva na produtividade, na qualidade do processo, no domínio da tecnologia (CONTADOR, 1995a). O estudo de Laugen *et al.* (2005), demonstrou que os **critérios de competitividade** apontados acima, bem como suas combinações, são adotados pelas empresas de manufatura de desempenho superior.

O entendimento das variáveis competitivas e suas implicações é chave para a implementação de melhorias nos sistemas de produção que efetivamente contribuam para o aumento da competitividade da empresa. Neste sentido, as próximas seções descrevem em maiores detalhes as características e implicações estratégicas de cada uma das principais variáveis competitivas.

2.5.3 Qualidade

Contador (1995a) já verificava dentre as tendências em muitos países, a competição em qualidade do produto é uma das estratégias mais valorizadas decorrente das crescentes conscientizações e exigências dos compradores.

A qualidade dos produtos produzidos também é afetada positivamente com a redução de tempo do *setup*, visto que um processo mais enxuto diminui a necessidade de grande inventário não permitindo assim que defeitos de qualidade fiquem despercebidos. A diminuição dos tempos de *setup* e a redução do tamanho do lotes de produção ensejam uma acentuada queda na quantidade de peças defeituosas, contribuindo para o balanceamento da produção.

2.5.4 Custo

A redução dos tempos de *setup* num ambiente de produção pode proporcionar a diminuição dos custos desta produção em virtude das características do sistema *Just-in-Time* – JIT. Neste sistema há uma constante ênfase na busca pela redução das atividades que não

agregam valor (perdas) e, simultaneamente, aumento da proporção de atividades que agregam valor. Busca-se minimizar o tempo necessário para realização de cada etapa do processo assim como a redução do volume de recursos envolvidos nas operações associadas a cada etapa, com implicações diretas na redução de custos.

Nota-se que quando existe mais de uma empresa aspirando à liderança em custo, de modo geral a rivalidade entre elas é acirrada, porque cada ponto percentual de parcela de mercado é considerado crucial. A menos que uma empresa, obtendo a liderança em custo, possa persuadir as outras a abandonarem suas estratégias de custo, as conseqüências para a rentabilidade de todo o seu ramo de negócio poderão ser desastrosas (PORTER, 1980 *apud* CONTADOR, 1995a).

2.5.5 Tempo

A empresa, conforme Contador (1995a) pode competir em prazo de entrega, campo de competição cuja importância cresce na medida em que os clientes reduzem seus estoques e desejam operar *just-in-time* (*cliente corporativo*). Conforme Goubergen e Landeghem (2002), devido a um número crescente dos produtos e dos variantes do produto que têm que ser oferecidos ao cliente e a uma diminuição das quantidades correspondentes da ordem, uma companhia tem que reagir muito rapidamente. Como conseqüência a empresa neste contexto necessita promover a redução dos tamanhos dos lotes de produção, sendo necessário para tal alcançar tempos de *setup* mais curtos, dentre outros requerimentos.

Aumentar a velocidade com que o fluxo de materiais e informações passam através de uma empresa, a torna mais enxuta e produtiva, além de aproximar as necessidades do cliente e a resposta da empresa dando maior satisfação ao consumidor e menor complexidade para a empresa. Mesmo nos casos em que o cliente não demanda velocidade, isto permanece como um trunfo de capacidade produtiva.

A variável tempo tem sido há muito tempo objeto de freqüente estudo nas pesquisas sobre melhores práticas de produção. O estudo de tempos e movimentos teve sua introdução através de Frederick Taylor e Frank Gilbreth no início do século XX, tendo resultado nos princípios que fundamenta a filosofia da “Administração Científica”, a qual influenciou e ainda influencia as práticas de produção em todo o mundo. Os estudos de Taylor foram disseminados principalmente após a introdução por Henry Ford de seus conceitos de produção em massa (em linhas de produção), onde o mesmo conseguiu romper com as formas

tradicionais de produção artesanal vigentes na época (WOOD, 1992).

Uma redução nos tempos de *setup* implica por si só um ganho de tempo no processo produtivo favorecendo assim o tempo de resposta ao cliente. Conforme Stalk (1988) *apud* Sérgio e Duarte (1999) considera o tempo como uma importante fonte de vantagem competitiva para as empresas em seus processos produtivos, na introdução e desenvolvimento de novos produtos e na distribuição e venda dos mesmos. Desta forma ele coloca o tempo como uma variável fundamental do desempenho dos negócios, ou seja, assim como o custo, o tempo também é quantificável e por isto administrável. As empresas devem estar estruturadas para produzirem respostas rápidas aos seus clientes, concentrando-se na eliminação de atrasos e conseguindo com isto atrair novos clientes.

Tempo em muitos mercados pode ser essencial na busca pela competitividade, seja pela velocidade do fluxo produtivo, seja pela capacidade produtiva aumentada em função da redução do tempo. Em ambas as circunstâncias, o aumento do tempo produtivo é interessante e, um dos elementos que pode proporcionar este aumento, é o *setup*. Vale reafirmar que o *setup* não agrega nenhum valor ao produto final sendo sua redução por consequência também fator de redução de custo.

2.5.6 Flexibilidade

A empresa que desejar competir no campo da variedade de modelos ou que desejar operar no sistema *just-in-time* com seus clientes ou, ainda, que está em um ramo no qual as alterações da demanda são bruscas, precisa possuir flexibilidade para mudar de produtos (CONTADOR, 1995b). Pode-se definir a flexibilidade como a capacidade de resposta de um sistema produtivo às diversas variações operacionais, tanto internas quanto externas.

Segundo Slack (1995) pode-se perceber quatro classes de flexibilidade: de produto, de mix, de volume e de entrega. Ainda segundo o autor, estes itens podem variar em faixa, no que diz respeito aos níveis mínimos e máximos passíveis de suporte pelo sistema produtivo; e tempo, no que diz respeito ao lapso temporal no qual o sistema pode responder a cada variação. Faz-se óbvio que quanto maior a flexibilidade do sistema, tanto mais vantagens a empresa terá em todos os sentidos, refletindo esta capacidade na satisfação do cliente, seja este externo ou interno.

Conforme Miltenburg (2001) a produção nivelada (linhas de produção que podem

produzir vários produtos diferentes a cada dia, atendendo à demanda do mercado) requer a habilidade de comutar rapidamente a produção de um produto a outro, que significa que os tempos da instalação devem ser curtos. Para haver o aumento da flexibilidade na produção, de modo que a organização possa atender os seus clientes internos e externos de uma forma mais rápida e segura, a redução de tempos de *setup* é crucial.

Santos (1999) relata que a literatura sobre a estratégia da produção tradicional recomenda focalizar decisões em uma ou duas variáveis competitivas de cada vez, sendo que estes consideram como razões práticas para escolher tal foco estratégico a necessidade para um uso mais coerente e mais focalizado dos recursos com relação às necessidades do negócio. Dentre deste contexto surge o paradigma do *trade-off* (compensação), definido por [Mapes, New & Szejczewski (1997); *apud* Santos (1999)] como sendo relacionamentos com compromisso rígidos entre os critérios competitivos, vide a Figura 2.4. Conforme o paradigma do *trade-off*, a realização do desempenho em um ou o mais critérios competitivos pode somente ser obtido à custa do desempenho de um ou mais critérios competitivos.

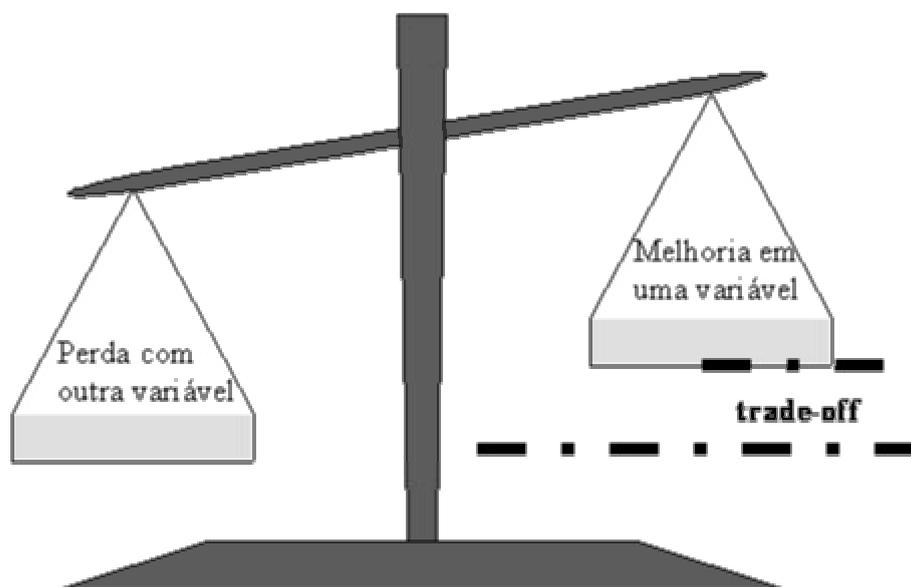


Figura 2.4 – Paradigma do *trade-off*.
Fonte: (Adaptado de SANTOS, 1999).

Sob a ótica do *trade-off* o aumento do número de preparações de máquinas exigido pelo aumento da flexibilidade onde não há esforço de redução dos tempos de *setup* pode acarretar dois efeitos perversos: aumento no custo de preparação e no tempo de máquina parada, o que diminui a capacidade produtiva real. A única maneira de neutralizar esses

efeitos perversos é efetivamente diminuir o tempo de cada preparação. Portanto, a redução dos tempos de *setup* propicia a flexibilidade sem “*trade-offs*” e um baixo nível de estoques fazendo com que o tempo de ciclo da produção seja curto. A confiabilidade das entregas também será afetada de forma positiva, visto que há redução de custos, uma possível melhoria de qualidade, maior flexibilidade e velocidade através da redução dos tempos de *setup* (Black, 1998).

2.6 MÉTODO *SMED* PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP*

2.6.1 Gênese do Método *SMED*

Para o desenvolvimento desta dissertação optou-se pela base conceitual do livro “Sistema de Troca Rápida de Ferramenta” de Shingo (2000) tradução da obra original “*A revolution in manufacturing: the SMED - Single Minute Exchange Die - system*” (1985). A decisão por esta opção está relacionada ao grande número de citações e utilizações observadas na literatura contemporânea, oferecendo um conjunto de abordagens heurísticas proporcionando assim resultados bastante expressivos.

A hipótese formulada por Shingo de que qualquer *setup* poderia ser executado em menos de 10 minutos teve seu conceito por ele intitulado de *SMED*¹ (em português TRF - Troca Rápida de Ferramentas) sendo posteriormente adotado pela Toyota como elemento essencial no desenvolvimento do STP (Sistema Toyota de Produção) ajudando a melhorar a produção como um todo (SHINGO, 1996).

O *SMED* baseia-se na teoria e na experimentação prática da Toyota, sendo uma abordagem científica para a redução do tempo de *setup*, que, conforme Shingo (2000) pode ser aplicada em qualquer fábrica e em qualquer máquina, de forma abrangente na indústria. O desenvolvimento inicial de seu conceito tem sua gênese na necessidade da Toyota Motor

¹ *SMED* - Apesar de que a sigla mais utilizada para nomear o método *SMED* no Brasil seja a TRF (Troca Rápida de Ferramentas), esta dissertação adotará doravante a sigla original, visto que pode haver entendimentos precipitados de que este método seja somente seja adotado para a troca de ferramentas.

Company em reduzir o tempo de *setup* de uma prensa de 1.000 toneladas de quatro horas para noventa minutos (SHINGO, 2000).

Conforme Shingo (2000), além da redução dos tempos de produção, a adoção do método *SMED* facilita as trocas de ferramentas, desse modo, possibilita uma resposta rápida à mudanças na demanda, provocando um aumento substancial da flexibilidade de manufatura.

Num sistema de produção o método *SMED* é de fundamental importância para a Produção Enxuta (*Lean Production*), visto que a produção contra-pedido e sem estoque exige incondicionalmente reduções no tempo de *setup* (SHINGO, 2002). Shingo (2000) define *SMED* a partir de uma visão primeiramente estratégica, seguida de conceitos para implantação da ferramenta e técnicas de apoio. Dois grupos de estratégias são sugeridos para minimizar as perdas decorrentes da troca de produtos em uma operação:

- a) Estratégias envolvendo habilidades: procedimentos eficientes no *setup* resultam do conhecimento sobre o equipamento em estudo e da habilidade e experiência do operador nas tarefas inerentes ao procedimento de *setup*. Em máquinas mais complexas, utiliza-se o conceito do preparador (operador especialista em preparação de máquina), ficando o operador do equipamento com as tarefas auxiliares da preparação.
- b) Estratégias envolvendo tamanho de lote: para reduzir as perdas decorrentes de *setups* longos sobre o desempenho do sistema, uma solução é aumentar o tamanho do lote para compensar a parada do equipamento. A fabricação de grandes lotes, entretanto, pode ser indesejável se resultar em produção antecipada ou formação de estoques. O *SMED* permite a redução dos custos em lotes, resultando em lotes de fabricação de tamanho reduzido.

Alguns autores, como, Fogliatto e Fagundes (2003), além de evidenciarem as melhorias advindas do *SMED* num estudo de caso em uma indústria moveleira, concluíram que a proposta metodológica por eles proposta para implantação do *SMED* pode ser aplicada de maneira genérica, em diferentes setores industriais. Estes propuseram a implantação do método *SMED* através de quatro estágios: estratégico, preparatório, operacional e de comprovação. A metodologia contemplou todas as etapas propostas por Shingo no estágio operacional, mas difere do método original quando é acrescido de questões estratégicas seja na criação de ambiente favorável na empresa, implantação e continuidade das ações

(FOGLIATTO, FAGUNDES; 2003).

Entende-se que tais acréscimos ao método original podem contribuir para um maior entendimento da direção da empresa e seus funcionários, gerando um clima favorável e colaborativo podendo assim facilitar a sua implantação e continuidade das ações. Para subsidiar a descrição do método *SMED* proposto Shingo (2000) realiza-se na seção seguinte a descrição da composição das atividades do *setup*.

2.6.2 Composição das Atividades de *Setup*

Shingo (2000) através de seu método, objetivando melhor analisar os tempos de *setup* identificou dois tipos: um interno, quando a preparação somente poderá ser feita quando a máquina ou equipamento estiver parado; e outro externo, quando a preparação somente poderá ser feita quando a máquina ou equipamento estiver em funcionamento, conforme descrito a seguir:

- *Setup* interno (TPI – Tempo de Preparação Interno), tais como a montagem ou remoção das matrizes, que podem ser realizadas somente quando a máquina estiver parada;
- *Setup* externo (TPE - Tempo de Preparação Externo), tais como o transporte das matrizes já utilizadas para o almoxarifado ou o transporte das novas para a máquina, operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento;

Conforme Shingo (2000), no paradigma tradicional os procedimentos de *setup* são infinitamente variados, dependendo do tipo de operação e do equipamento utilizado, o que deveria impedir a generalização de um método para a redução do *setup*. Contudo, Shingo (2000) observou que todas as operações de *setup* compreendem uma seqüência de passos genérica e, portanto, é passível a generalização de um método com o fim de comprimir o tempo de *setup*. A Tabela 2.1 demonstra a distribuição percentual de tempo que em geral cada passo possui no processo de *setup* em preparações tradicionais.

Operação	Proporção de tempo
Preparação, ajustes pós-processamento e verificação de matéria-prima, matrizes, Navalhas, guias, batentes, etc.	30 %
Montagem e remoção de matrizes, navalhas, etc.	5 %
Centragem, dimensionamento e estabelecimento de outras condições	15 %
Corridas de testes e ajustes	50 %

Tabela 2.1 – Distribuição Típica dos Tempos nas Operações de Setup.
Fonte: (SHINGO, 2000)

Para a redução do tempo de *setup* na indústria, utiliza-se a método *SMED*, que contribui na diminuição o tempo de atravessamento (*Lead Time*). Este método possibilita à empresa rápida resposta às mudanças de mercado e a sensível diminuição da incidência de erros durante o processo de *setup* e, também, permite o investimento em pequenos estoques, pela produção de pequenos lotes. Este método visa reduzir o tempo de preparação dos equipamentos. A TRF tem como objetivo reduzir o tempo de *setup* e simplificá-lo, eliminando ou reduzindo perdas na operação.

2.6.3 Etapas para Redução de Setup de acordo com o Método SMED

Nesta seção será abordado o método *SMED* proposto por Shingo (2000), que de forma sintética podemos assim sintetizar: inclui inicialmente a identificação dos dois tipos de *setup* - o externo e o interno. Posteriormente faz-se a separação, após é feita a conversão de *setup* interno em externo (o máximo possível) e por último é implementado a melhoria geral do tempo de *setup*.

Conforme Shingo (2002) o método *SMED* conduz a melhoria do *setup* de forma progressiva, passando assim por quatro estágios, conforme a Figura 2.5:

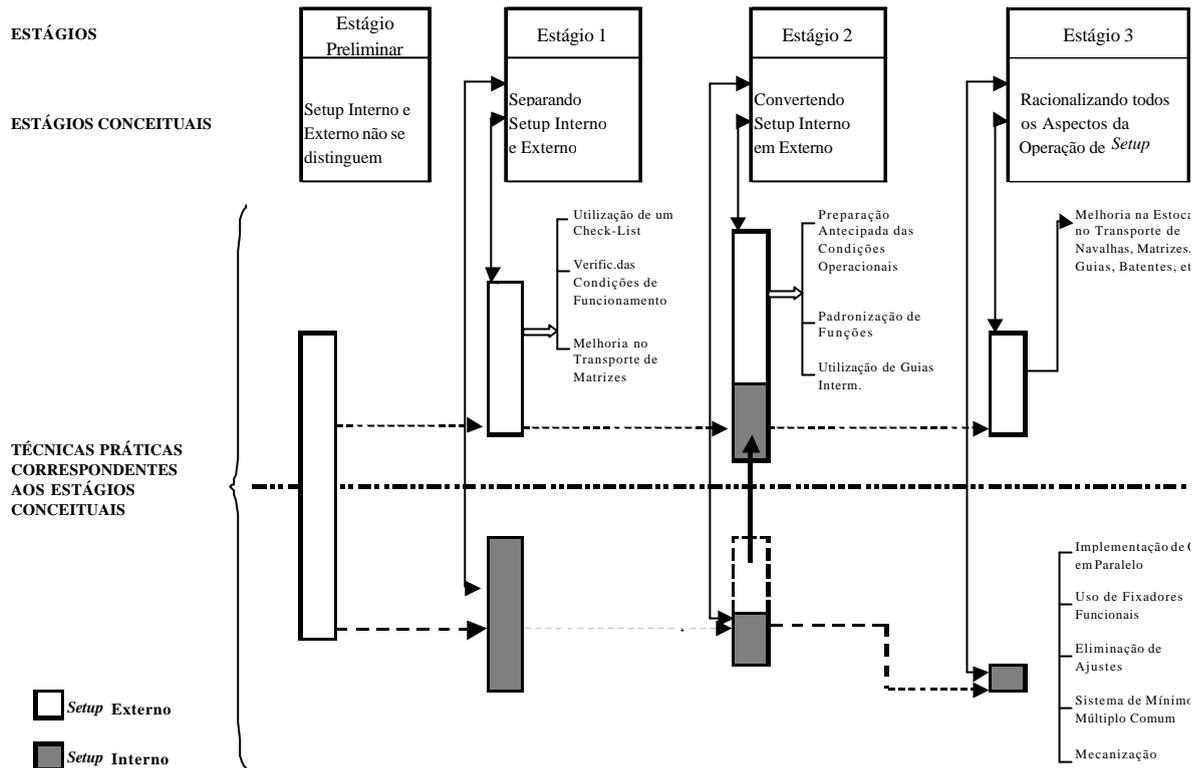


Figura 2.5 – SMED: estágios conceituais e técnicas práticas.

Fonte: (SHINGO, 2000)

2.6.3.1 Estágio Inicial – Condições de Setup Interno e Externo não se distinguem

No Estágio inicial ou estratégico as condições de *setup* interno e externo não se distinguem. Como nas operações de *setup* tradicionais, o *setup* interno e o externo são confundidos, portanto se estuda detalhadamente as reais condições do chão-de-fábrica. Há que se demonstrar às gerências, neste estágio, as necessidades e vantagens decorrentes da implantação de um sistema de TRF, cujos benefícios vêm aumentar as potencialidades produtivas da empresa, pois objetivam uma maior produtividade por redução de tempos e custos (SHINGO, 2000).

Estes argumentos, acompanhados da apresentação do projeto em todas as suas operações e os resultados benéficos, devem ser bem compreendidos pelas gerências que, não só admitem, depois de comprovados os resultados, como desejam as mudanças. Havendo o comprometimento do pessoal, há que se analisar e comprovar a situação atual, calcular, traduzidos em números, os benefícios, como a redução de tempo de *setup* que será possível, a transferência deste tempo para o tempo de produção efetiva da linha de produção, redução de valores de custo. Enfim, as vantagens reais que podem ser obtidas pela implantação do

sistema. Também o custo financeiro e de tempo que o processo demandará deverá ser definido, em forma de cronogramas e demonstrativos.

Nesta fase se fará, então, todo o levantamento de dados da situação atual do sistema produtivo; definir-se-á as metas e o tempo e recursos para alcançá-las e os resultados a serem obtidos assim como a definição dos times de implantação. Portanto, este é o momento de conscientização e envolvimento do pessoal; da análise da situação atual; projeções de mudanças e definição da estratégia de implantação do método *SMED*, criando-se neste momento todas as condições favoráveis para o sucesso da implantação, o que se dará nas fases seguintes, de acordo com o projeto aqui embasado, com o objetivo de reduzir tempos de *setup*.

2.6.3.2 Estágio 1 – Separando *Setup* Interno e Externo

No Estágio 1, cujo escopo é a preparação para a implantação e obtenção dos resultados, busca-se a separação das operações de *setup* interno e operações de *setup* externo. Conforme Shingo (2002) trata-se do estágio mais importante do projeto, visto que ele implica na discriminação clara de cada operação que é parte do *setup* interno e cada operação que é parte do *setup* externo. Desta forma ficará mais claro quais são as atividades de preparação que estão sendo feitas com equipamentos parados sendo que poderiam estar sendo feitas com equipamentos em funcionamento produtivos. Segundo Shingo (2002) “Através, simplesmente, da separação e organização das operações internas e externas, o tempo de *setup* interno (paradas inevitáveis da máquina) podem ser reduzidas de 30% a 50%”.

Nesta fase busca-se a separação, delimitando com precisão cada operação interna (com a máquina parada) e externa (com a máquina em funcionamento), e, definida cada operação, busca-se a transformação de cada operação de *setup* interno, em operação de *setup* externo. O ideal é a transformação de todas as operações internas em externas.

Percebe-se a importância dada a este estágio por autores como Shingo (2002), pois nele que é realizado a separação de cada operação que pode ser executada com a máquina em produção (*setup* externo), não havendo necessidade de dispensar tempo que possa ser aproveitado em produtividade.

Neste estágio definem-se quais são as operações essenciais do *setup* interno, e,

portanto, operações que não podem ser realizadas com a máquina em operação. Da mesma forma, são definidas as operações que podem ser realizadas com a máquina em operação e as possíveis operações desnecessárias. Neste último caso, o objetivo é a imediata supressão de tais operações. Isso propiciará elementos para substancial redução do tempo de *setup*, contribuindo sobremaneira para o sucesso da implantação da TRF.

2.6.3.3 Estágio 2 – Convertendo *Setup* Interno em Externo

Neste estágio efetua-se a real conversão do *setup* interno em externo. Conforme Shingo (2000), as operações que são realizadas atualmente como *setup* interno podem geralmente ser convertidas em *setup* externo reexaminando-se a sua real função. Isto significa que muitas operações que são efetuadas durante o período não produtivo da máquina, podem ser remanejadas para os momentos de produtividade de tal máquina. Pode-se exemplificar com o caso de um operador que, concluída uma operação produtiva, além de efetuar as operações de *setup* interno necessárias, inclui, entre elas, o transporte de componentes de matéria prima de um determinado local para a zona de operação, para a próxima etapa. Tais operações, em muitas circunstâncias, podem ser efetuadas durante o tempo produtivo, o que contribui para eliminar o *setup* interno dessa operação, transferindo-a para o tempo de *setup* externo.

No processo de transformação do *setup* interno em externo é possível que algumas operações identificadas sejam passíveis de serem eliminadas do processo. Neste caso, em se tratando do *setup* interno, também haverá um ganho em termos de redução do tempo de ciclo e do próprio *lead-time*.

2.6.3.4 Estágio 3 – Racionalizando todos os Aspectos da Operação *Setup*

Após a passagem pelos estágios inicial, 1 e 2, este estágio está relacionado com a melhoria nas operações elementares de *setup*, ou seja, os racionalizando (SHINGO, 2002).

Conforme Shingo (2002) neste estágio deverá ser feito um exame das operações de *setup* interno e externo observando assim oportunidades adicionais e melhoria.

Neste ponto, se observa o funcionamento do sistema de acordo com o que foi projetado e implantado; possíveis pontos que permitam ainda melhorias e farão as devidas aferições, comparando os dados adquiridos antes da implantação do sistema com os dados adquiridos após a implantação. É realizado a comparação dos tempos de *setup* anteriores com os atuais, para haver uma real avaliação do impacto causado pela implantação e seus resultados práticos, traduzidos em termos de tempo e produtividade, principalmente.

2.7 MÉTODO DE CUSTEIO ABC

Neste capítulo inicialmente tratou-se brevemente sobre as origens do ABC, posteriormente deu-se as suas definições e a devida descrição do método. Finalizando tratou-se de uma discussão entre os pontos de aderência entre os métodos *SMED* e o ABC.

Esta dissertação não objetivou avaliar ou mesmo comparar os sistemas de custos tradicionais com o método ABC e para tanto se descreveu este método de forma objetiva para que assim atingisse os seus interesses específicos.

2.7.1 Gênese e Definições do Método ABC

O método ABC (*Activity Based Costing*) é uma técnica de contabilidade analítica a qual permite determinar a quais os custos indiretos a imputar a um produto ou serviço relativo ao tipo de atividade a que se refere (INDG, 2006).

Como o próprio nome revela, custos indiretos são os que não podem ser alocados diretamente aos produtos, sendo que sob sua classificação agrupam-se inúmeros gastos de diversas naturezas produtivas.

Conforme INDG (2006) os sistemas tradicionais de contabilidade analítica repartem proporcionalmente os custos indiretos segundo critérios como o número de horas de trabalho manual, o número de horas por máquina ou a área ocupada por cada centro de custo, todavia segundo o método ABC os critérios de repartição destes custos diferem conforme o tipo de

atividade.

Em seu livro “ABC – Custeio baseado por Atividades”, Nakagawa (1994) comenta e relata haver registros históricos de que o ABC já era conhecido e usado por contadores nos anos 60. Conforme Nakagawa (1994) Taylor, Fayol e Elton Mayo fizeram também o uso da análise das atividades para seus estudos de tempos e movimentos de organização do trabalho, contribuindo assim para o desenvolvimento da administração científica.

Conforme Major e Hopper (2005), WIKIPEDIA (2006), o método ABC foi desenvolvido em Harvard nos anos 80 por Robert Kaplan e Cooper, voltado à análise de custos de atividades, seus direcionadores, objetos de custos focados para um tratamento especial de custos indiretos e sua junção com a metodologia UP (Unidade de Produção).

Conforme Bruni e Famá (2004) a gestão de custos tem como seu maior problema a forma como os CIF (Custos Indiretos de Fabricação) são distribuídos aos produtos ou serviços elaborados.

Um dos maiores problemas da contabilidade consiste na forma de transferir os custos indiretos de fabricação aos produtos, processo genericamente denominado de rateio, cujos critérios de rateio podem envolver horas-máquina, mão-de-obra direta, materiais diretos, custo primário, ou alguma outra referência básica (BRUNI; FAMÁ, 2004).

Sob a classificação de CIF agrupam-se conforme Bruni e Famá (2004) gastos de diversas naturezas produtivas, como depreciações industriais, gastos com mão-de-obra indireta, materiais consumidos de forma indireta e outros, sendo que estes não podem ser alocados diretamente aos produtos requerendo os rateios.

Os rateios são obtidos pela proporção ou aplicação de regra de três simples do consumo de cada produto em relação à base de rateio empregada (BRUNI; FAMÁ, 2004).

Portanto resultados bastante distintos podem ser apurados em função do critério de rateio empregado, havendo assim conforme a sua alocação uma considerável distorção dos custos dos produtos.

Bruni e Famá (2004) esclarecem que as bases volumétricas para rateio do CIF dificultam o processo de compreensão dos custos e pouco contribuem para um eficiente processo de gestão empresarial.

Como alternativa, a estes procedimentos de rateio, Bruni e Famá (2004) sugerem com base na literatura uma forma de emprego das atividades como mecanismo de transferência e formação de custos.

Conforme Kaplan (1999) os sistemas de custos adotados pelas empresas industriais e de prestação de serviços são falhos por que não conseguem definir com precisão a relação entre o custo dos diversos recursos existentes, como funcionários, equipamentos, instalações e os produtos fabricados e os clientes atendidos.

Os principais objetivos dos sistemas de custeio criados há cerca de um século consiste na geração de informações sobre oportunidades de melhorias dos desempenhos das empresas, com relação ao resultado econômico (BRUNI; FAMÁ, 2004).

Todavia conforme Bruni e Famá (2004) as alterações nos panoramas dos negócios, os sistemas tradicionais de custeio começaram a serem questionados, sendo que muitas destas técnicas relevaram-se inúteis no auxílio das decisões empresariais.

Neste contexto o uso do método ABC (*Activity Based Costing*) ou em português, custeio baseado em atividades, contrário aos sistemas de custeios tradicionais (baseados como base de rateio volumes), emprega as atividades desenvolvidas dentro da organização para alocar os custos (BRUNI; FAMÁ, 2004).

Conforme Davis *et al.* (2001) o custeio baseado em atividades foi desenvolvido para aliviar problemas relacionados a investimentos, rateio dentre outros, podendo assim aperfeiçoar o processo de alocação de custos indiretos para refletir as atuais proporções de custos indiretos consumidos pelas atividades produtivas.

Depende da atividade da empresa o método de custeio que vai escolher. Também o perfil administrativo praticado pesará na escolha, assim como o plano estratégico geral e os procedimentos de negócios. Através da aplicação do custeio ABC é possível conhecer a eficiência e a eficácia da aplicação dos recursos, pois, podendo mensurá-los por atividade específica, pode-se definir, também, quais as atividades que mais consomem tais recursos, assim como as que mais geram lucro em função do investimento.

Nakagawa (1994) conceitua o ABC como um “método desenvolvido para facilitar a análise estratégica dos custos relacionados com as atividades que mais impactam o consumo

de recursos de uma empresa”.

Já para Mauad e Pamplona (2003) “o sistema de custeio ABC é uma ferramenta que permite melhor visualização dos custos através da análise das atividades executadas dentro da empresa e suas respectivas relações com os objetos de custos”.

O ABC difere do sistema de custeio tradicional em função de, no lugar das bases de rateio, emprega as atividades desenvolvidas dentro da organização para alocar os custos, contrariamente aos sistemas que se baseiam em volumes, portanto objetiva fornecer um método mais coerente na alocação de custos (BRUNI; FAMÁ, 2004).

Conforme Nakagawa (1994) antes de decidir implementar o método de custeio ABC é preciso analisar se este método será efetivamente adequado as necessidades da empresa. Todavia a empresa estando convencida das vantagens e benefícios do ABC, esta deve encarar como um investimento e propiciar para que sejam alocados recursos para seu sucesso.

2.7.2 Descrição do Método

Conforme Ostrenga *et al.* (1997) a análise dos processos do negócio incorpora o conceito em que um negócio é uma série de processos inter-relacionados e que esses processos são constituídos por atividades que convertem insumos em resultados.

Brimson (1997) destaca que as atividades constituem o fundamento do gerenciamento de custos, sendo que esta descreve o modo como uma empresa emprega seu tempo e recursos para alcançar os objetivos empresariais.

As atividades são processos que consomem recursos substanciais para gerar uma produção, sendo sua função principal converter recursos (material, mão-de-obra e tecnologia) em produção (produtos/serviços) (BRIMSON, 1997).

Nakagawa (1994) define a atividade de forma restrita como um processo que combina, de forma adequada, pessoas, tecnologias, materiais, métodos e seu ambiente, tendo como objetivo a produção de produtos. Entretanto, Nakagawa (1994) numa forma mais ampla conceitua a atividade à produção de projetos, serviços, dentre outros, ações estas de suporte aos processos de manufatura.

Segundo o mesmo autor, pode-se reduzir a definição acima à seguinte: “processamento de uma transação” conforme Figura 2.6, sendo que o evento que dá início a uma atividade é consequência de uma ação externa a uma atividade, as transações são materializadas através de documentos procurando assim reproduzir o mais fielmente possível os eventos e as atividades a que se referem.

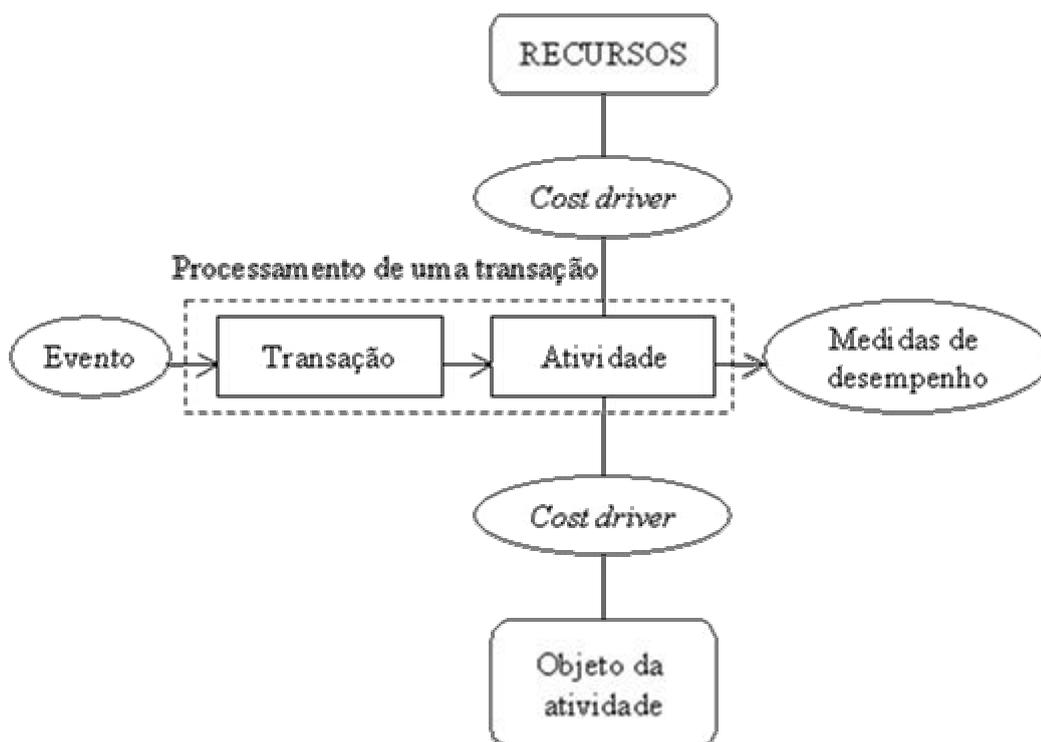


Figura 2.6 – A atividade como processamento de uma transação.
Fonte: (NAKAGAWA, 1994)

Na Figura 2.7 abaixo está exemplificado a seqüência de evento, transação e atividade, sendo que as transações podem ocorrer no início ou fim de uma atividade e representam os resultados dos eventos chaves de uma empresa (NAKAGAWA, 1994).

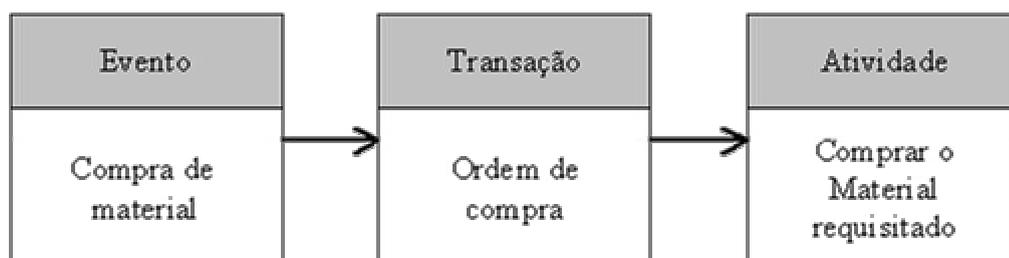


Figura 2.7 – Evento, transação e atividade.
Fonte: (NAKAGAWA, 1994)

Conforme Nakagawa (1994) para processar uma atividade, ocorre o consumo de diversos tipos de recursos, que são basicamente os chamados fatores de produção e estes tanto podem ser adquiridos externamente como internamente.

O *cost driver*, em português direcionador de custo, é o fator que determina ou influencia o consumo de recursos pelas atividades e destas para os produtos (NAKAGAWA, 1994). Nakagawa (1994) define de outra maneira *cost driver*, como um evento ou fator causal que influencia o nível e o desempenho de atividades e o consumo resultante de recursos.

Nakagawa (1994) destaca que todo o fator que altere o custo de uma atividade é um *cost driver*, sendo este usado no método ABC nas seguintes situações:

- a) como mecanismo para rastrear e indicar os recursos consumidos pelas atividades, sendo chamado de *cost driver* de recursos;
- b) como mecanismo para rastrear e indicar as atividades necessárias para a fabricação de produtos, sendo chamado de *cost driver* de atividades.

No custeio por atividade a empresa pode definir cada uma dessas atividades por consumo e por lucro, refinando mais e mais o foco de suas atenções para equilíbrio do custo e aumento da lucratividade.

Através do método de custeio ABC, pode-se mensurar com racionalidade e precisão a agregação de valor ao produto, em cada atividade do processo. A par do *SMED* cujo objetivo é diminuir tempos de *setup* o método ABC mensura os valores de custos e, portanto, proporciona uma visão clara dos custos incidentes sobre cada atividade de cada produto da diversificação, quando de uma linha de produção diversificada.

Tratou-se aqui justamente de tal tipo de produção, pois um dos objetivos é a flexibilidade também em diversificação, pelo já exposto. Quando não há diversificação de produtos, os recursos dispendidos, tanto em termos de custos financeiros quanto em esforços, na implantação do método em questão não admite a implementação do método ABC.

Justificam-se os custos para a implementação do método de custeio ABC, quando a empresa trabalha com grande variedade de produtos ou tem grande variedade de clientes de diferentes aspectos com relação ao volume de compras e/ou exigências.

O método de custeio ABC se apóia, basicamente, nos chamados direcionadores de

custos que são eventos determinantes da quantidade de trabalho necessário para certa atividade e, assim, o seu custo.

Os direcionadores indicarão as atividades de maior ou menor custo, ensejando, à empresa, que decida pelas oportunidades mais vantajosas na produção. Percebe-se aqui o ponto mais positivo do método de custeio ABC.

Como se viu anteriormente, de acordo com Shingo (2002), pode-se reduzir tempos de *setup* interno na ordem de 30% a 50%. Ora, aliando tal fato ao mais fino controle de custos de produção, pode-se reduzir substancialmente os custos de produção da empresa, atuando sobre o tempo e sobre os custos financeiros diretamente.

2.7.3 Etapas de Implantação do Custeio ABC

Nakagawa (1994) sugere as seguintes etapas de implantação do custeio ABC, como segue:

2.7.3.1 Etapa 01 – Dados Documentais

Como primeira etapa deve-se identificar junto a controladoria da empresa as contas que compõem os itens classificáveis como custos indiretos de fabricação (CIF) e seus respectivos valores, se possível no nível de cada departamento. Nesta etapa é importante ter a certeza da veracidade dos números apresentados, visto que qualquer variação de valores poderá influenciar o resultado final. Considera-se relevante a utilização do último balancete da empresa, podendo assim melhor visualizar o contexto da empresa em estudo.

2.7.3.2 Etapa 02 – Segregação de Custos

Nesta etapa devem-se segregar os custos entre aqueles que são consumidos pelas atividades destinadas a produção de produtos, daquelas destinadas ao atendimento de clientes.

2.7.3.3 Etapa 03 – Separação de Departamentos

Separar os departamentos das áreas de suporte por suas principais funções, sendo que

estas deverão ter um custo significativo e serem direcionadas por diferentes atividades;

2.7.3.4 Etapa 04 – Separação de Custos

Separar os custos dos departamentos transformando-os em centros de custos por funções;

2.7.3.5 Etapa 05 – Identificação dos Centros de Atividades

Identificar os centros de atividades que deverão ser contemplados, segregando-os pela característica de apresentarem homogeneidade de processos;

2.7.3.6 Etapa 06 – Identificação dos *Cost Drivers* das atividades

Identificar os *cost drivers* (direcionadores de custos) relativos ao consumo de recursos pelas atividades;

2.7.3.7 Etapa 07 – Identificação dos *Cost Drivers* dos Produtos

Identificar os *cost drivers* relativos a apropriação de atividades aos produtos;

2.7.3.8 Etapa 08 – Identificação dos níveis de atividades

Identificar os níveis das atividades;

2.7.3.9 Etapa 09 – Escolha dos *Cost Drivers*

Escolher o número de *cost drivers* ou direcionadores de custos com base nas

situações já caracterizadas anteriormente.

Conforme Nakagawa (1994) o número de *cost drivers* necessários depende de fatores como:

- a) objetivos (redução de custos, flexibilidade, lead time, etc) e acurácia da mensuração que se deseja obter através do ABC que está sendo desenhado;
- b) participação relativa (%) dos CI (Custos Indiretos) das atividades agregadas analisadas sobre o custo de conversão, em termos de número de itens (contas) e de seus valores;
- c) da complexidade operacional da empresa, em termos de produtos (diversidade de volumes, materiais usados, mix, dentre outros);
- d) disponibilidade de recursos da empresa (financeiros, humanos, tempo, cultura, dentre outros.)

São três os fatores que Nakagawa (1994) considera como mais importantes para a escolha dos *cost drivers*:

- a) facilidade/dificuldade de coletar e processar os dados relativos aos *cost drivers*;
- b) grau de correlação com o consumo de recursos, o qual, em termos estatísticos, deve aproximar-se de 1.
- c) Efeitos comportamentais, sendo o critério que oferece o maior grau de risco na escolha de *cost drivers*, porque estes serão utilizados na avaliação do desempenho das atividades.

2.8 DISCUSSÃO

O aperfeiçoamento da produção é tema de discussão nas empresas, nos meios acadêmicos, e nos governos, visto que é deste aperfeiçoamento que advirão melhorias em termos de atendimento de diversos produtos manufaturados a uma população cada vez maior com a utilização de cada vez menos recursos. Atualmente esta temática está estreitamente

relacionada com as questões ambientais e sociais, num mundo de rápidas transformações advindas da globalização e conseqüentes reveses desta.

Ohno (2002) esclarece que os planos para o aperfeiçoamento da produção podem ser divididos na seguinte seqüência:

- 1) Aperfeiçoamento do trabalho: estabelecimento de padrões de trabalho, redistribuição de trabalho, e claramente indicar os lugares onde as coisas tem que ser colocadas;
- 2) Aperfeiçoamento do equipamento: compra de equipamentos e transformação das máquinas em automatizadas, sendo que o aperfeiçoamento do equipamento requer gastos e não poderá ser restituído.

Os tempos de *setup* são partes importantes deste contexto de aperfeiçoamento na produção citado por Ohno (2002), requerendo sem dúvida a sua eliminação ou uma considerável redução.

Brimson (1996) destaca que o custo de *setup* é geralmente significativo, sendo isto reparado pelo tempo decorrido para que os operadores de uma máquina levam para produzir uma peça seguinte. Ainda conforme Brimson (1996) os sistemas de contabilidade de custos utilizados na maioria das empresas são praticamente inúteis para tomadas de decisões com respeito a gargalos decorrentes de tempos altos de *setup*. Estimar os benefícios da redução de tempo de *setup* requer informações além do custo das máquinas e horas ganhas, sendo necessário uma estimativa de valor do aumento de capacidade, variedade e tempo de fluxo (BRIMSON, 1996). Brimson (1996) ainda comenta que identificando o impacto da redução das atividades, quantificam-se melhor os impactos da decisão. Observa-se, portanto, uma correlação entre fatores decorrentes de atividades que podem ser suprimidas ou mesmo eliminadas para uma efetiva redução de custos no contexto redução de *setup*, e entende-se que o método que vem melhor identificar os custos inerentes as tarefas seja o método ABC.

Notadamente observa-se nesta discussão de que sempre podemos de alguma forma contribuir para um aperfeiçoamento da produção, seja utilizando conceitos já estabelecidos, seja concebendo novos conceitos, ou no caso deste estudo a integração de ferramentas.

3 **MÉTODOS DE PESQUISA**

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O tema *setup* (e particularmente o método *SMED*) é amplamente encontrado na literatura, particularmente nos journals “International Journal of Operations & Production Management, Robotics and Computer Integrated Manufacturing, *Journal of Manufacturing Systems*, International Journal of Operations & Production Management, Computers and Industrial Engineering, International Journal of Quality & Reliability Management”. A partir dos trabalhos de Shingo (1996; 2000; 2002) e Ohno (2002) em suas edições mais recentes, autores como Fiedler (1993), Burcher (1996), Miltenburg (2001), Cooney (2002), Goubergen (2002), Johnson (2003), Laugen (2005), dentre outros, encontram-se entre os autores recentes que vem investigando o tema SMED.

No caso do Método ABC (Activity Based Costing) a pesquisa encontrou diversos estudos que vem aperfeiçoando o método, sendo que entre os principais periódicos destacam-se “*Logistic Information Management, Cost Management, International Journal of Production Economics, Management Accounting Research*”, e autores como Nakagawa (1993; 1994), Brimson (1996), Ostrenga (1997), Kaplan (1999), dentre outros, possuem trabalhos recentes sobre o método ABC.

Apesar de ambos os temas apresentarem um razoável nível de consolidação do ponto de vista científico é justamente a interface entre ambos que apresenta potencial de resultar em inovação na gestão de sistemas de produção. Neste contexto, entende-se que o problema desta pesquisa “Como identificar prioridades de melhoria no *setup* de processos no setor metal-mecânico de maneira a considerar tanto a ótica da gestão da produção como da gestão de custos?” pode ser caracterizado como sendo do tipo exploratório na medida em que não busca relações de causa efeito (pesquisa explanatória) nem tão pouco a caracterização de uma população (pesquisa descritiva). Conforme Gil (1999) as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e idéias, com vistas na formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. A pesquisa exploratória para Vieira (2002) pode fazer o uso de levantamentos em fontes secundárias (bibliográficas, documentais, etc.), levantamentos de experiência, estudos de casos selecionados e observação informal.

3.2 SELEÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA

Conforme Yin (2005) a seleção de uma determinada estratégia de pesquisa depende basicamente de três condições: a) o tipo de questão da pesquisa; b) o controle que o pesquisador possui sobre os eventos comportamentais; c) o foco em fenômenos históricos, em oposição a fenômenos contemporâneos (vide Figura 3.1). Yin (2005) considera como condição primeira para identificar as várias estratégias de pesquisa é a de identificar o tipo de questão de pesquisa que está sendo apresentada.

Estratégia	Forma de questão de pesquisa	exige controle sobre eventos comportamentais	focaliza acontecimentos contemporâneos
Experimento	como, porque	sim	sim
Levantamento	quem, oque, onde, quantos, quanto	não	sim
Análise de arquivos	quem, oque, onde, quantos, quanto	não	sim/não
Pesquisa histórica	como, por que	não	não
Estudo de caso	como, por que	não	sim

Figura 3.1 – Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa.

Fonte: (Cosmos Corporation *apud* YIN, 2005)

Com base nos parâmetros da Figura 3.1 e tendo em vista a caracterização do problema apresentado na seção inicial deste capítulo, concluiu-se que o método “estudo de caso” é o que vem melhor responder a estratégia de pesquisa para a resposta do problema apresentado. Este método se enquadra nesta pesquisa, pois, seguindo as orientações de Yin (2005), é mais adequado a problemas do tipo “como, porque”, não exigindo controle sobre eventos comportamentais e focaliza em acontecimentos contemporâneos. Conforme Yin (2005), “estudo de caso” é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

3.3 CRITÉRIO DE SELEÇÃO DA EMPRESA PARA O ESTUDO DE CASO

Foram adotados os seguintes critérios para a seleção da empresa para a realização do estudo de caso desta dissertação:

1. pertencer ao setor metal-mecânico, mais especificamente do sub-setor de autopeças integrante da cadeia de valor do setor automotivo;
2. ser empresa de médio porte ou de grande porte; e
3. ser empresa situada na Região Metropolitana de Curitiba.

Uma condição adicional importante neste trabalho é a aceitação da empresa em poder desenvolver o trabalho com apoio da direção, possibilitando liberdade de horário, disponibilidade de estrutura, e fundamentalmente acesso livre às informações.

3.4 VISÃO GERAL DA ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido ao longo de três fases de implantação, conforme consta na Figura 3.2. A primeira fase dedicou-se inicialmente à revisão bibliográfica, dando ênfase aos trabalhos de Shingo (2000; 2002), com respeito ao *SMED*; Ohno (2002) e Santos (1999) com respeito ao *Lean* e por último com Nakagawa (1994) do ABC. Observa-se que as fontes bibliográficas são utilizadas também no andamento dos trabalhos uma vez que estabelecem a estrutura principal do próprio protocolo de coleta de dados no estudo de caso.

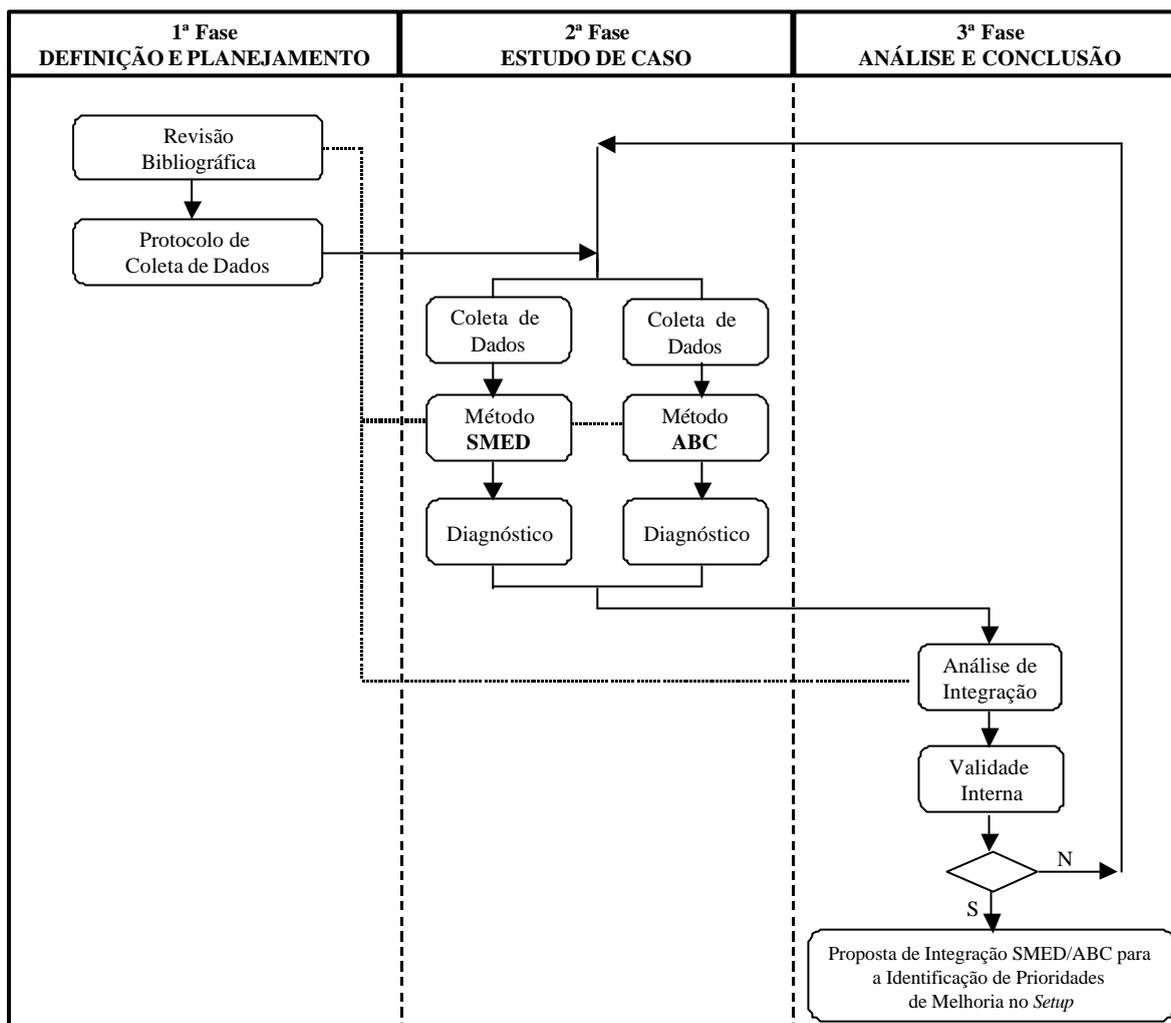


Figura 3.2 – Fases de implantação do Método de Pesquisa.

Fonte: (Adaptado de YIN, 2005)

Na segunda fase desta pesquisa foi utilizado o protocolo de coleta de dados para o desenvolvimento do estudo de caso. Este protocolo consiste na implantação das etapas “inicial e um” do método *SMED* e do método *ABC*, onde se buscou identificar inicialmente de forma isolada as prioridades de melhoria de acordo com cada método. Os principais dados coletados nesta etapa são os que proveram informações sobre as perdas e erros no processo bem como as informações com respeito ao *setup*. Conforme Yin (2005), o protocolo é uma das táticas principais para aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso e destina-se a orientar o pesquisador ao realizar a coleta de dados a partir de um estudo de caso único. Há de se destacar na definição do protocolo de coleta de dados nesta fase, a importância do trabalho de Turra (2002) “*Aplicação da Gestão de Custos ABC na Implantação de Célula de Manufatura de Drywall*”, como balizador desta pesquisa concernente a seleção de métodos e técnicas para

a coleta de dados do método ABC.

A terceira fase desta pesquisa tratou da possível integração dos métodos *SMED* e ABC através dos diagnósticos de prioridade de melhoria levantados na fase anterior. A análise realizada foi validada internamente com o *feedback* obtido junto à empresa analisada e, também, através da confrontação com os constructos apresentados no Capítulo 2. Diante da validação da integração dos métodos para identificação de prioridades de melhorias no *setup*, foi proposta a sua sistematização.

3.5 UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade de análise da presente dissertação são os recursos utilizados no *setup* (*tempo e custo*).

3.6 MÉTODO *SMED*: PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS

A aplicação do método *SMED* neste trabalho ficará limitado aos estágios inicial e um, ou seja, “de proposição de melhorias”, haja visto o objetivo desta dissertação de promover a identificação de prioridades de melhoria para a redução de tempo de *setup* integrando o método *SMED* ao Método de Custeio ABC.

3.6.1 Apresentação

Os métodos e técnicas aqui utilizados estão relacionados as etapas específicas do método *SMED* e de suas necessidades para o fiel cumprimento dos objetivos de coleta de dados. Conforme a Figura 3.3 esquemática, podemos melhor visualizar a seqüência temporal dos estágios de implantação do *SMED* com as técnicas de coleta de dados a serem empregadas.

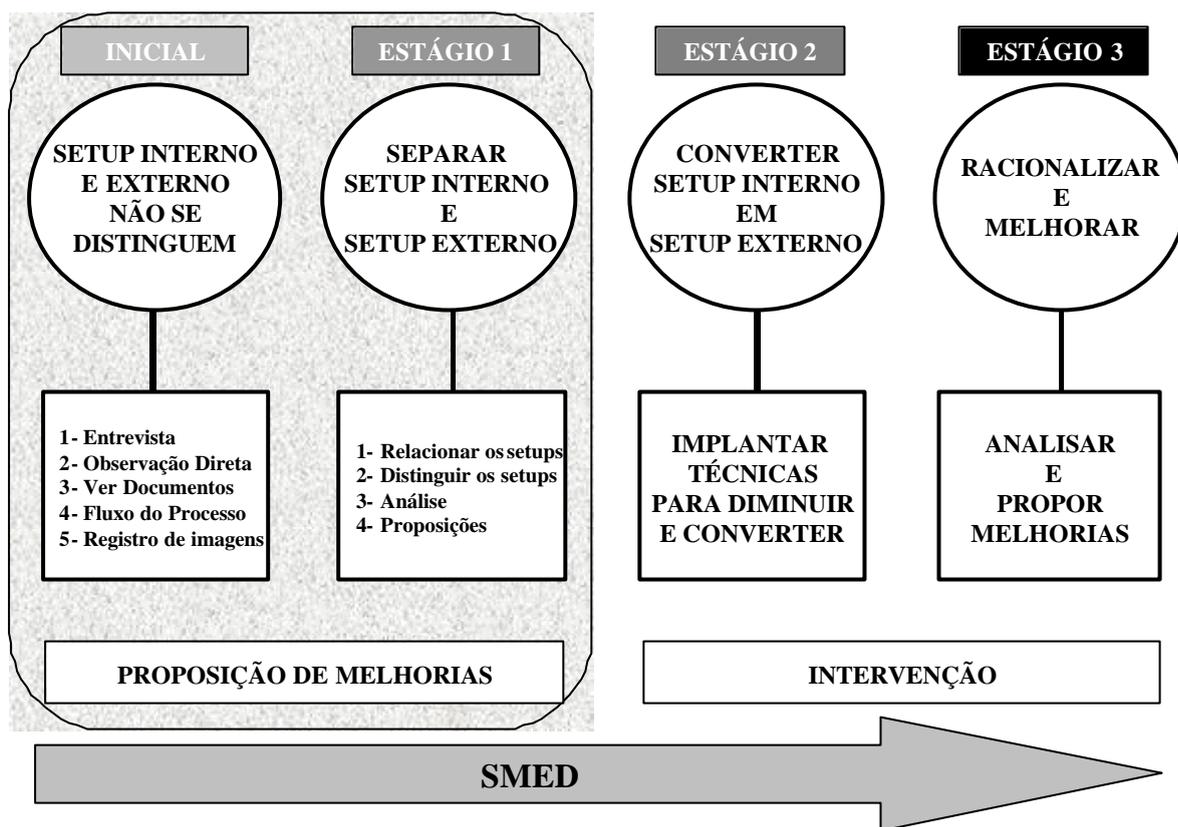


Figura 3.3 – Estágios do protocolo de coleta de dados do método *SMED*.

A Figura esquemática 3.3 do protocolo de coleta de dados do método *SMED*, destaca a sua implementação em duas fases distintas, uma de proposição de melhorias (estágio inicial e um) e outra de intervenção (estágio dois e três). Este estudo tratará exclusivamente da parte destacada, ou seja, com relação a proposição de melhorias, portanto não havendo a intervenção na empresa em estudo.

Na seqüência é abordada cada uma das técnicas empregadas para a coleta de dados referente aos dois estágios iniciais do método *SMED*.

3.6.2 Entrevista

A entrevista dentre todas as técnicas de interrogação (questionário, formulário e entrevista) é a que apresenta maior flexibilidade (GIL, 1991). Esta Dissertação adotou como entrevista pela “Totalmente Estruturada”² para a obtenção das primeiras informações que venham a balizar a pesquisa referente ao método *SMED*, podendo assim melhor argüir o

² Totalmente Estruturada: quando se desenvolve uma entrevista a partir de uma relação fixa de perguntas.

responsável pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção), e obter as informações em que se possa avaliar inicialmente quanto a flexibilidade na produção ao tema *setup*. A decisão da adoção do respondente ser o responsável pelo PCP foi motivada por ser o funcionário de maior experiência do setor, possibilitando assim uma melhor focalização na dinâmica produtiva da empresa. Adotou-se o modelo de entrevista constante no APÊNDICE 1.

3.6.3 Observação Direta

Conforme Yin (2005) pode-se realizar observações diretas, de uma maneira mais informal, ao longo de visitas de campo, incluindo aquelas ocasiões durante as quais estão sendo coletadas outras evidências, como as provenientes de entrevistas, por exemplo. Para Furlan (1991) a observação constitui-se de uma técnica de coleta de dados geralmente não estruturada ou planejada, realizada durante um período determinado de tempo e baseada no bom senso, isto porque o observador deve ter o prévio conhecimento do que se está sendo executado e não deve causar interferências no processo. Como apoio para os relatos da observação direta foi utilizado o roteiro constante na Figura 3.4.

	Ministério da Educação Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-MEC)
OBSERVAÇÃO DIRETA	
<p><u>Observar e relatar:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Observar e relacionar todas as fases do <i>setup</i>, independente de serem internas ou externas 2- Observar e relacionar todos os componentes necessários ao <i>setup</i>. 3- Observar e relatar possíveis sistemas ou procedimentos conhecidos na bibliografia ou não que indiquem alguma técnica para redução de tempo de <i>setup</i>. 4- Proceder a validação destas observações com o operador do equipamento e o líder do setor, verificando assim possíveis exclusões ou acréscimos aos relatos. 	

Figura 3.4 – Relato de observação direta.

Um aspecto importante para a pesquisa é proceder a identificação de todas as atividades internas e externas do *setup*. Deve-se relacioná-las conforme a Figura 3.5 sem haver a preocupação neste momento que a listagem faça a distinção entre atividades (operações internas e operações externas).

	Ministério da Educação Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-MEC)
OBSERVAÇÃO DIRETA - VERIFICAÇÃO DAS PERDAS	
<p>1- [SUPERPRODUÇÃO] Observa-se uma produção a mais do que foi solicitada pelo cliente? </p> <p>2- [ESPERA] Observa-se períodos de tempo em que as máquinas estão paradas por falta de Matéria Prima? </p> <p>3- [TRANSPORTE] Observa-se a movimentação excessiva de empilhadeiras fazendo longas distâncias? </p> <p>4- [PROCESSAMENTO] Observa-se atividades no processamento que possam ser desnecessárias? </p> <p>5- [ESTOQUE] Observa-se um elevando estoque de matéria-prima, e/ou material em processo, e/ou produto acabado? </p> <p>6- [MOVIMENTO] Observa-se o excessivo movimento dos funcionários quando estão executando as operações de <i>setup</i>? </p> <p>7- [PRODUTOS DEFEITUOSOS] Observa-se com frequência peças sendo refugadas? </p>	

Figura 3.6 – Verificação das perdas.

A observação direta no chão-de-fábrica é uma forma descontraída de coleta de dados e que pode dar bons indicadores, visto que não há o rigor de perguntas e respostas e portanto não cria expectativas nos funcionários, podendo assim motivar a criação de ambiente artificial para satisfazer ao pesquisador ou para fazer notar de que este ou aquele tema estão devidamente sendo tratados.

Também se utiliza a observação direta para fazer a tomada de tempos de *setup*, anotar para posteriormente confirmar com a documentação e a entrevista.

3.6.4 Verificação de Documentos

A coleta de documentos teve como foco o controle que existem nas áreas de, Planejamento e Controle da Produção, Compras, Logística, Manutenção, como:

- Planilhas de PCP;
- Controle diário de produção;
- Controle de compras de MP;
- Controle da logística (recebimento, estocagem e transporte);
- Controle de manutenção;
- Outros registros que o pesquisador achar conveniente ao projeto.

A intenção de consultar estes documentos é no sentido de localizar dados históricos dentro do período máximo de 6 meses que contenham informações sobre *setup*, como:

- tempos de *setup* nas operações da estamperia;
- problemas relacionados com os altos tempos de *setup*;
- ações voltadas para a diminuição de tempos de *setup*;
- relatos de problemas mecânicos que venham a influenciar o *setup*;
- necessidades de pequenos lotes não atendidos satisfatoriamente;
- necessidade de aumento de estoque para compensar *setups* longos.

A verificação de documentos pode efetivamente esclarecer se há controles vigentes sobre os *setups* executados na estamperia, quais dados que estes controles fornecem sua utilização e para que fins, bem como subsidiar o pesquisador na formulação de novos questionamentos.

3.6.5 Mapeamento do Fluxo do Processo

Esta etapa da pesquisa procura mapear o fluxo de atividades que antecedem ao *setup* e que fazem parte do processo em estudo. Este mapeamento é feito observando-se o fluxo de matéria prima desde a entrada na logística até a peça acabada após a inspeção. As atividades constantes deste fluxo são transporte, espera, inspeção, estocagem e processamento.

Conforme Shingo (2002) deve-se dar atenção prioritária aos fenômenos relacionados ao processo (fluxo de materiais e/ou informações) visando às melhorias na produção. Portanto melhorias a serem feitas com a diminuição do tempo de *setup* devem vir posteriores a análise e melhorias no processo, haja vista que o *setup* é uma operação.

Para esta pesquisa se utilizará o método e a simbologia de Barnes (1986) conforme Figura 3.6 para efetuar o levantamento do fluxo do processo (materiais e/ou informações) e operações (fluxo de pessoas/máquinas).

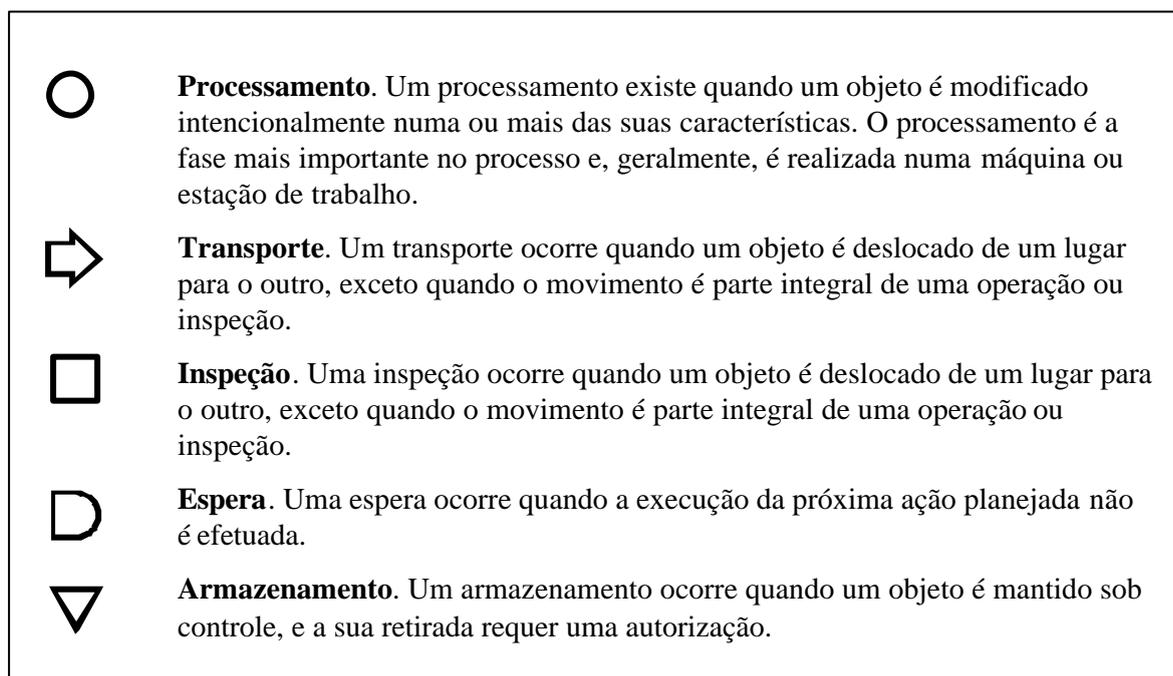


Figura 3.7 – Simbologia para a análise do fluxo do processo.

Fonte: (BARNES, 1986)

O gráfico do fluxo do processo conforme Barnes (1986) ajuda a demonstrar que efeitos as mudanças, em uma parte do processo, terão em outras fases ou elementos, sendo que além do mais o gráfico poderá auxiliar na descoberta de operações particulares do processo produtivo que devam ser submetidas a uma análise mais cuidadosa.

Barnes (1986) comenta ser comum concluir que certas operações podem ser inteiramente eliminadas, ou então em parte; operações podem ser combinadas, um melhor trajeto para as peças pode ser seguido, máquinas mais econômicas podem ser empregadas, esperas entre operações eliminadas, em suma, tantos outros melhoramentos podem ser feitos, contribuindo para a produção de um produto melhor a um custo mais baixo.

O mapeamento do fluxo do processo é um importante passo para poder se verificar os tempos e movimentos das atividades que agregam valor (AV) e as que não agregam valor (NAV). Para a análise do fluxo do processo a pesquisa utilizou-se do formulário conforme o modelo constante na Figura 3.7 a seguir.

 Ministério da Educação Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-MEC)								
FLUXO DO PROCESSO								
Método atual <input type="checkbox"/>					DATA			
Método proposto <input type="checkbox"/>					FOLHA Nº			
ASSUNTO PESQUISADO: _____								
SETOR: _____								
Setor	Distância em metros	Tempo em minutos	Processamento	Transporte	Inspeção	Estoque	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
			○	➔	□	D	▽	
						Total		

Figura 3.8 – Formulário do gráfico fluxo do processo.

Fonte: (Baseado em Barnes, 1986)

Com base nas informações do gráfico do fluxo do processo será possível emitir um fluxograma com a visualização do trânsito da matéria-prima e do produto em processo pelo leiaute da empresa, facilitando assim a análise do processo.

3.6.6 Registro de Imagens

O registro de imagens tem sua importância relativa na guarda de imagens, estas que podem ser mais bem avaliadas em outro momento visto que possuem a propriedade de numa única exposição poderem guardar informações relevantes ao estudo.

Para o registro de imagens optou-se nesta pesquisa pelo uso da fotografia, visto ser o registro mais simples e barato na coleta de imagens, inclusive elas podem ser utilizadas para a confecção de slides e em cursos, treinamentos e seminários (SANTOS, 1999). O registro de imagens foi feito através de fotos na mesma seqüência do fluxo do processo, onde destaca-se:

- Área de recepção de matéria-prima;
- Espera da matéria-prima;
- Transporte da matéria-prima;
- Depósito de matéria-prima;
- Transporte de matriz;
- Colocação de matriz na prensa pela empilhadeira;
- Ferramentas, grampos e parafusos;
- Estrutura de apoio para o *setup*;
- Fases do *Setup*;
- Prensagem;
- Área de material em processo.
- Outras fotos que o pesquisador achar relevante para a pesquisa.

Esta pesquisa adotou para melhor visualização das imagens o roteiro constante no APÊNDICE 2.

3.6.7 Estratégia de Análise

Como estratégia de análise a pesquisa utilizou-se dos dados coletados das seções anteriores do protocolo para coleta de dados, ou seja, entrevista, observação direta,

verificação de documentos, mapeamento do fluxo do processo e registro de imagens e relação de atividades do *setup*.

Baseado nas fontes de informações acima citadas, o procedimento adotado para a estratégia de análise envolveu o foco, um conjunto de itens que são apontados no *SMED* como críticos para a redução dos tempos de *setup*, como segue:

- Oportunidades para redução de atividades de controle sobre os tempos de *setup*
- Oportunidades de segregação das atividades de *setup*
- Identificação de melhorias que permitam maior eficiência do meio de transporte das matrizes e seus componentes;
- Buscar viabilizar a preparação antecipada das operações.
- Permitir a visualização e obtenção dos elementos operacionais para o *setup*.
- Buscar a padronização das funções dentro do *setup*;
- Dispor ferramentas, grampos e parafusos de maneira a permitir maior velocidade;

Como estratégia de análise considera-se importante a reunião de todos os dados fornecidos pelas várias fontes de evidência e facilitando assim a identificação das prioridades de melhoria no *setup* propostas pelo método *SMED*.

3.7 MÉTODO ABC: PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS

Nesta seção fez-se uso em parte dos métodos e técnicas de coleta de dados desenvolvido por Turra (2002) para a aplicação do método de custeio ABC. Este mesmo método de pesquisa será adaptado e integrado as necessidades específicas de coleta de dados para o método *SMED*.

3.7.1 Entrevista

Para a entrevista referente ao método ABC o pesquisador optou pela entrevista “Totalmente Estruturada” (GIL, 1999) motivado pela necessidade de obter informações

objetivas como de um questionário, mas ao mesmo tempo analisar sob a ótica das percepções onde as perguntas somente são um guia para um entendimento maior do contexto em que se pretende estudar. Estas informações somente se obtêm com o contato direto com o entrevistado.

Adotou-se um modelo de entrevista APÊNDICE 3, com o objetivo de entrevistar o responsável pelo setor de controladoria ou caso não tenha esta função na empresa o contador, e obter as primeiras informações relativas ao tratamento de custos da empresa.

3.7.2 Verificação de Documentos

Nesta fase da pesquisa o pesquisador com a devida aprovação da direção da empresa, de posse do questionário respondido pelo responsável da Controladoria, solicitou os documentos que possam consubstanciar e validar as respostas obtidas na entrevista. Dos documentos sugeridos foram planilhas eletrônicas de custos, formulários que devam ser preenchidos pela produção. Para uma maior facilitação dos trabalhos é importante o questionamento da forma em que os produtos são custeados, quais os percentuais atribuídos aos custos de logística e operacional e solicitar o acesso a informações contidas no último balancete da empresa.

3.7.3 Custeio do Processo de Fabricação

Para efetivar o cálculo que determinará o custo da peça em estudo, foram utilizados tabelas e quadros conforme os apresentados no estudo de caso. As planilhas possibilitam a padronização das informações e um registro para análises posteriores. Na implantação da coleta de dados para o método ABC, esta pesquisa utilizou-se de planilhas em Excel ® para a formação de planilhas, tabelas e quadros; igualmente utilizadas por Turra (2002). Abaixo estão discriminadas as tabelas e quadros utilizados, disponíveis no APÊNDICE 4:

- Recursos materiais diretos e indiretos;
- Custo da hora de mão-de-obra;

- Cálculo da depreciação dos equipamentos utilizados no processo;
- Cálculo dos custos de manutenção para equipamentos utilizados no processo;
- Cálculo do custo da energia consumida pelos equipamentos por hora;
- Cálculo dos custos variáveis;
- Direcionadores de recursos do sistema ABC para o processo;
- Cálculo dos custos do sistema ABC para as atividades do processo;
- Direcionadores de atividades do Sistema ABC para o processo;
- Cálculo dos custos atividades para o objeto de custo do processo;

3.7.4 Estratégia de Análise

Utilizou-se para a estratégia de análise as informações resultantes da entrevista e da verificação da documentação, mas dependeu crucialmente dos resultados dos cálculos desenvolvidos pelo método ABC.

De posse dos resultados aferidos pelo método ABC, a estratégia de análise voltou-se essencialmente nesta pesquisa para a avaliação da onerosidade dos custos sobre as atividades que não agregam valor ao processo definido neste estudo.

Para uma melhor avaliação dos dados tabulados, faz-se necessário ter parâmetros percentuais entre estes, e para tanto foi dada seqüência aos seguintes passos:

- a) avaliação percentual do custo calculado para o *setup* (atividade esta que não agrega valor) comparado ao custo da atividade principal na operação específica;
- b) avaliação percentual da somatória dos custos das atividades que não agregam valor correspondente ao custo da atividade principal na operação específica;
- c) avaliação percentual dos custos da somatória de todas as atividades de *setup* no processo em comparação a somatória dos custos das atividades que agregam valor;
- d) avaliação percentual da somatória de todas as atividades que não agregam valor em comparação com a somatória dos custos das atividades que agregam valor;
- e) avaliação percentual do tempo decorrido da atividade de *setup* em comparação ao tempo destinado à atividade principal da operação específica que agrega valor;

- f) avaliação percentual dos tempos decorridos das atividades que não agregam valor em comparação ao tempo destinado a atividade principal da operação específica;
- g) avaliação percentual da somatória de todos os tempos de *setup* em comparação a somatória dos tempos decorridos das atividades que agregam valor no processo;
- h) avaliação percentual da somatória de todos os tempos das atividades que não agregam valor em comparação com a somatória dos tempos das atividades que agregam valor no processo.

Após esta tabulação de dados foi possível verificar o impacto financeiro entre atividades que agregam valor em comparação com as que não agregam valor. Também foi possível verificar os tempos envolvidos com estas atividades e assim perceber a possibilidade de melhoria no processo para que estas ocupem o menor tempo possível possibilitando assim um ganho financeiro e de capacidade. É neste ponto que ambos os métodos podem se integrar.

Finalmente é realizada análise comparativa entre o resultado do custo aferido pelo método ABC (observando as suas devidas limitações neste estudo de caso) em comparação ao custo da contabilidade tradicional para a composição do orçamento da peça em estudo, conforme descrito a seguir.

3.8 ESTRATÉGIA DE ANÁLISE

3.8.1 Integração dos Resultados da Análise dos dois Métodos

Preliminarmente é realizada uma confrontação de todos os dados obtidos no trabalho de campo com base no protocolo adotado, baseado em Turra (2002), podendo assim indicar dificuldades encontradas, as assertividades e as lacunas entre a teoria e a prática neste estudo de caso.

Como estratégia geral de análise buscou-se verificar se ambos os métodos se direcionam para uma integração, ou seja, a indicação através do método ABC da necessidade de melhorias em processos específicos através dos custos detectados nas atividades que não

agregam valor propicia uma intervenção direcionada pelo método *SMED* para a redução dos tempos de *setup*.

Com a possível constatação da integração dos métodos possibilitará com maior assertividade verificar os custos decorrentes do *setup*, suas implicações na produção e detectar as possibilidades de melhoria.

3.9 VALIDAÇÃO INTERNA E EXTERNA

A validação interna deu-se nas seguintes condições:

- A entrevista foi validada perante a confrontação com os documentos apresentados;
- O mapeamento do processo foi validado em confrontação com as fotografias e a entrevista realizada;
- O custeio foi validado através, tanto da entrevista, como dos documentos apresentados.

Conforme Robson (1993) a validade interna utiliza-se como tática para revelar se uma suposta condição está relacionada com um determinado efeito. A validade interna da integração dos métodos *SMED* e *ABC* com a finalidade de identificar melhorias de tempo de *setup*, serão efetuados pela empresa através do questionamento a seguir:

- a) Há concordância quanto ao resultado do diagnóstico via *SMED*?
- b) Há concordância quanto ao resultado do diagnóstico via *ABC*?
- c) Há concordância quanto as conclusões resultantes da análise integrada *SMED/ABC*?

A validação externa ocorre pela própria característica do estudo de caso, diretamente, por se tratar de dados coletados em ambiente real de uma empresa.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CONTEXTO

O estudo de caso foi desenvolvido na Brandl do Brasil, empresa do ramo metal-mecânico do setor de autopeças, constante na Figura 4.1. A empresa está instalada na região metropolitana de Curitiba, no município de Campina Grande do Sul, numa área de terreno de 43.000 metros quadrados e com 6.300 metros quadrados de área construída. A sua localização é estratégica, visto que a região onde se encontra é servida de vias de acesso rápido aos mercados regionais onde estão instalados os seus principais clientes, porto e aeroporto.



Figura 4.1 – Fachada principal da Brandl do Brasil

A Brandl é proveniente da Alemanha, atuando na Europa nas áreas de metalurgia, produção de peças, conjuntos, estamparia, projetos e ferramentas há 30 anos. Hoje a Brandl Maschinenbau além da matriz na Alemanha possui unidades na República Tcheca, Romênia e Brasil. Num projeto de expansão mundial da Brandl (Alemanha), a unidade brasileira foi inaugurada em 1998 na expectativa de inicialmente atender a montadora Volkswagen que aqui se instalara, visto que a Brandl da Alemanha (Matriz) trabalha quase exclusivamente para a Volkswagen na Europa. Justamente nesta época conforme relata BNDES (1998), que se iniciava no Brasil o processo de transferência de parte da atividade de estamparia de dentro das montadoras (*in-house*) para empresas especializadas e/ou independentes, definindo um mercado em crescimento.

Na Figura 4.2 abaixo se apresenta a estrutura da empresa estudada em forma de organograma para um melhor entendimento da importância de cada departamento na hierarquia da empresa.

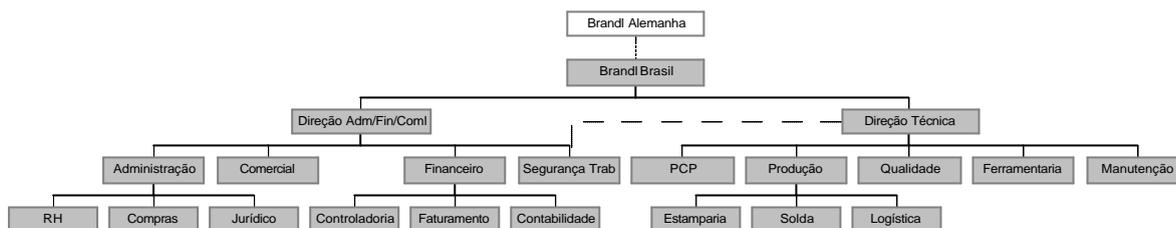


Figura 4.2 – Organograma da Empresa.

A empresa estudada produz peças metálicas estampadas, conjuntos metálicos montados, ferramentas, protótipos e projeta peças e ferramentas, prioritariamente para área automotiva. São produzidos pela Brandl 154 produtos acabados (alguns são conjuntos montados e outros peças prontas), sendo que há projetos para o aumento do número de itens a serem produzidos.

Conforme BNDES (1998) a atividade de estamparia faz parte do setor metal-mecânico, tendo como principal equipamento produtivo a prensa. Na área automotiva este setor atende com uma grande diversidade de produtos, bem como partes internas e externas de carroceria (BNDES, 1998).

A produção da Brandl do Brasil está voltada para atender o setor automotivo como: Renault, Gestamp, Volkswagen, Fiat, General Motors, Peugeot, dentre outros; e para tal conta em sua planta com toda uma infra-estrutura, com modernos equipamentos e equipe profissional e capacitada.

A empresa já concluiu a negociação para a entrada de novos clientes e aumento do número de itens a serem produzidos de clientes cativos, desta maneira visando a sua expansão, já esta investindo maciçamente, com a instalação de mais 3 grandes prensas, uma linha de soldas de bancada e outra célula de soldas robotizada. O seu quadro de funcionários que estava em torno de 150 colaboradores durante o ano de 2006 deverá dobrar para este ano de 2007 por conta desta expansão.

A principal matéria-prima da Brandl é o aço que vem em chapas laminadas plano,

em bobinas ou em *blanks*³, sendo adquiridas da CSN e Usiminas principalmente, ou algum distribuidor. A Tabela 4.1 a seguir demonstra números bastante expressivos em termos de projeção de crescimento:

	2006	2007 (Projeção)
Compra de Aço (Tons.)	6.500 toneladas	10.000 toneladas
Compra de Aço (R\$)	20 milhões	30 milhões
Produção	5.000 toneladas	10.000 toneladas

Tabela 4.1 – Projeção de compra e produção para 2007.

Estes números expressam o resultado de uma forte ação comercial com o respaldo na ação técnica, propiciando assim num crescimento de faturamento de 2006 em comparação a 2005 na ordem dos 260% e com projeção de pelo menos para este ano de 2007 em 5% sobre o ano anterior.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO/PROCESSO ANALISADO

4.2.1 Visão Geral do Conjunto Montado

O processo analisado nesta dissertação refere-se à produção de uma peça que pertence ao conjunto *‘Boitier’*, ilustrado pela Figura 4.3, sendo esta integrante da suspensão dianteira de um veículo montado no Brasil. Este conjunto montado é produzido (corte + estampa + solda) tanto para o lado direito como para o lado esquerdo do veículo pela Brandl.

³ *Blank* - chapa de aço cortada em tamanho pré-estabelecido para ter pouca perda com relação ao tamanho da peça a ser estampada.

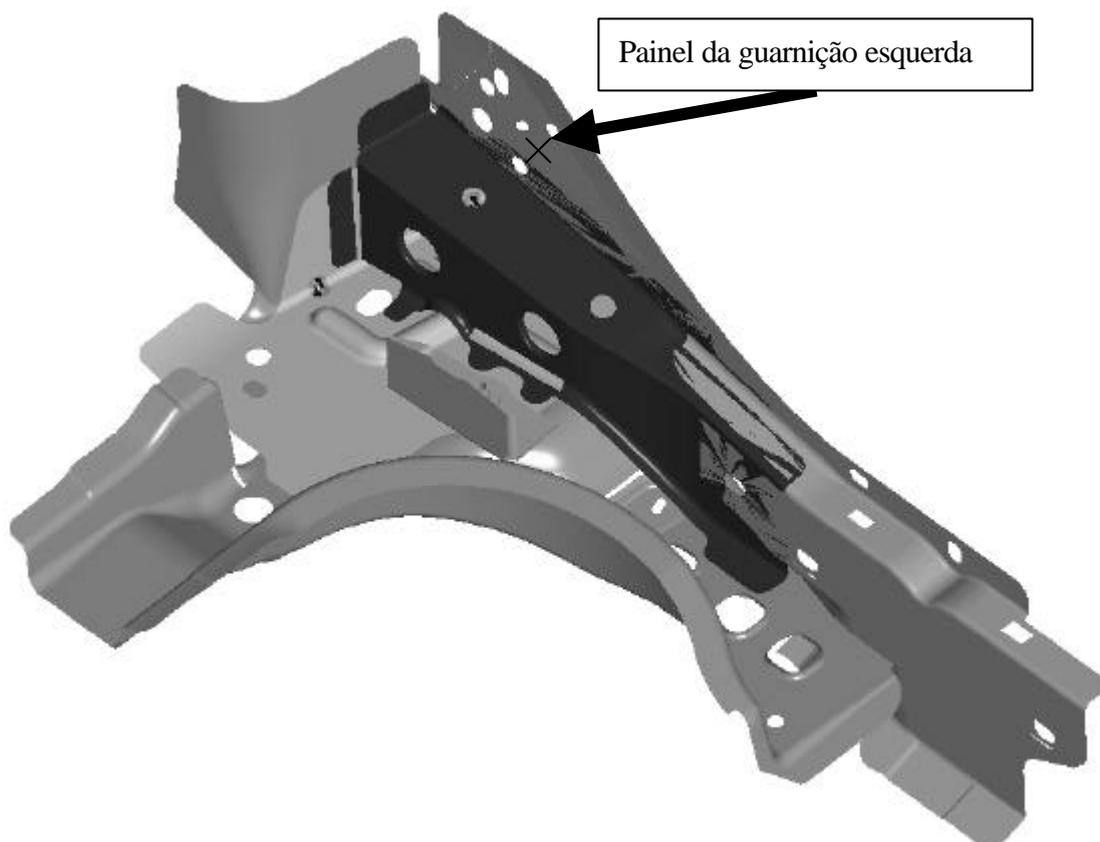


Figura 4.3 – Conjunto montado “Boitier”.
Fonte: (Brandl do Brasil, 2006)

Para a finalização e se chegar ao produto final do conjunto “*Boitier*” são necessários 29 operações, que envolvem corte, estampagem e solda, equipamentos como guilhotina, prensas hidráulicas e excêntricas, rosqueadeira, solda de bancada e solda alicate. Algumas destas operações são executadas duas vezes em virtude de que este conjunto possui lado direito e lado esquerdo.

O conjunto montado “*Boitier*” é um produto de grande relevância financeira para a empresa em estudo, pois a ele deve-se 10% de seu faturamento e conseqüentemente um grande percentual de ocupação de máquinas.

Das 29 operações realizadas para se chegar ao produto final “*Boitier*”, em 24 operações são necessárias a mudança de “matriz” para serem estampadas pelas prensas, verificasse, portanto há uma forte implicação dos tempos de *setup* no resultado do final do *lead time*.

Na Figura 4.4 apresenta-se o fluxo de montagem do “*Boitier*”, constando os oito itens que o compõem.

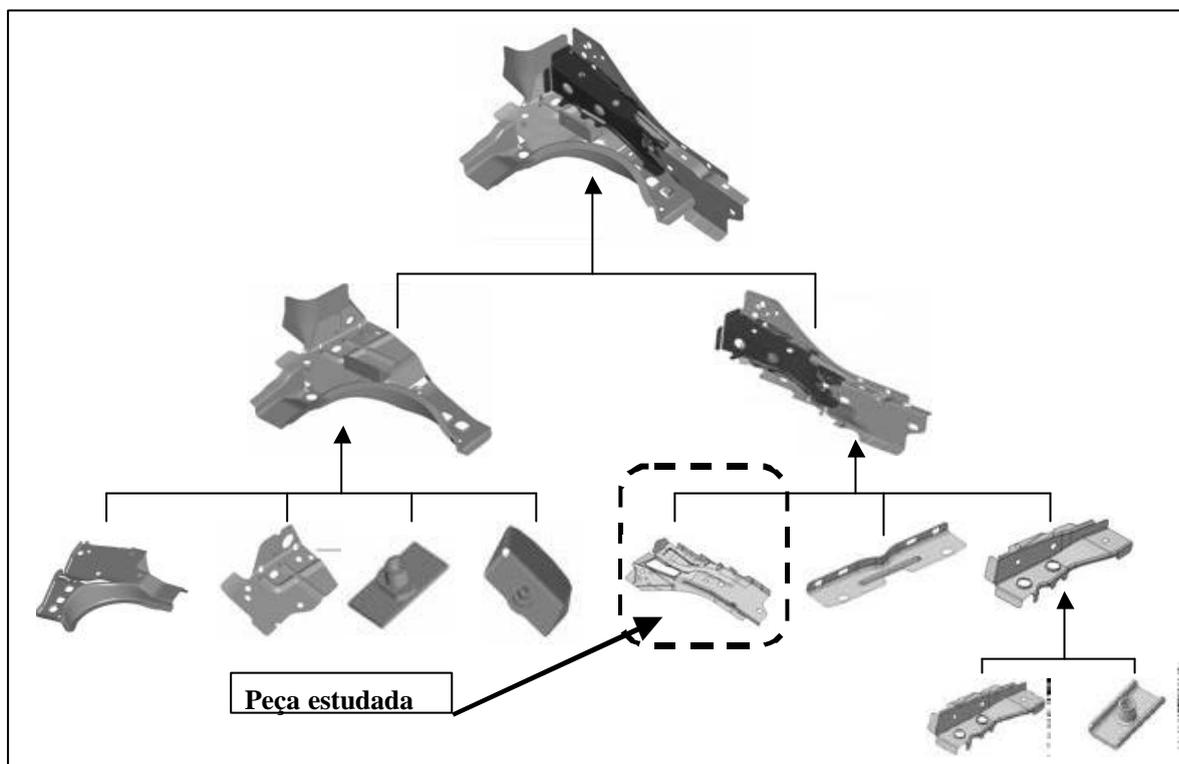


Figura 4.4 – Fluxograma de montagem “*Boitier*”.

É importante destacar que todos os itens constantes da Figura 4.4 que fazem parte do conjunto “*Boitier*” são produzidos integralmente pela empresa Brandl em sua unidade de Campina Grande do Sul. Fica identificada neste fluxograma a peça estudada que terá sua caracterização na seção seguinte.

4.2.2 Caracterização do Item Estudado

De forma aleatória e com o intuito de focar somente um processo, resolveu-se escolher um item componente do conjunto “*boitier*” visto que o estudo de todos os componentes demandaria estrutura e tempo não disponível para o presente estudo.

Trata-se do “painel da guarnição esquerda” o item escolhido para este estudo com o código de fabricação número 8200 010 087 como é mais conhecido pelos funcionários da empresa. O item consta na Figura 4.5 abaixo.

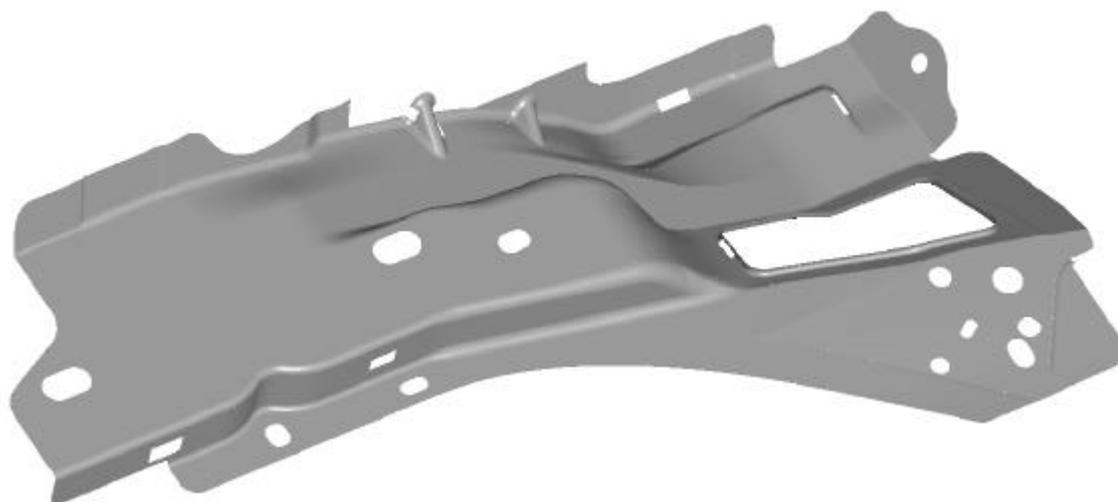


Figura 4.5 – Peça acabada “painel da guarnição esquerda”.
Fonte: (Brandl do Brasil, 2006)

A peça em estudo possui as seguintes especificações:

- Chapa de aço (*blank*)
- XE360B – G10/10
- Espessura 1,37 mm
- Largura 440 mm
- Comprimento 1450 mm

Para a produção do item em estudo “painel da guarnição esquerda”, são necessárias 4 **operações de processamento** de estamparia conforme o diagrama constante na Figura 4.5.

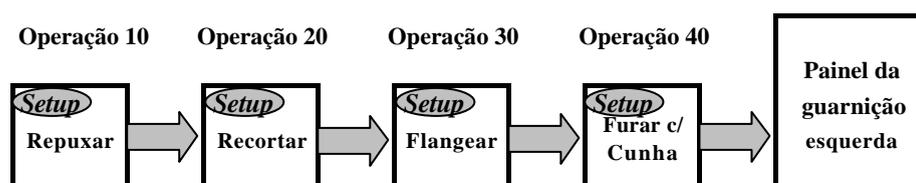


Figura 4.6 – Diagrama das principais operações de processamento analisadas.

Abaixo estão discriminadas as funções de cada uma destas operações:

- Repuxar – Dar a forma primária na chapa plana.
- Recortar – Cortar contorno, perfis, furos.
- Flangear – Dobrar aba (extrusão de furo).
- Furar com Cunha – Furar lateralmente ou recortes (perfis).

Para cada início de uma destas quatro operações de processamento há a necessidade da troca de matrizes, ou seja, tempo de *setup* para que a máquina esteja preparada para efetuar determinada operação.

A empresa em estudo tem no seu parque de máquinas 4 grandes prensas hidráulicas da marca Müller de até 500 toneladas conforme Figura 4.7, as mais utilizadas pela sua configuração, e estas efetuam todas as operações de estamparia apresentadas na Figura 4.6. Considerando que somente nesta única peça estudada há a necessidade de quatro *setups*, visto que são operações efetuadas com matrizes distintas, fica explícito as implicações dos tempos de *setup* neste processo.



Figura 4.7 – Quatro grandes prensas da Brandl.

Atualmente estas 4 prensas são responsáveis por aproximadamente 80% dos itens estampados pela Brandl, sendo praticamente utilizadas ininterruptamente de segunda a

sábado. Portanto, melhorias no *setup* propiciarão um aumento de capacidade destas prensas, liberação de espaço de estoques e *buffers*, menor trânsito de veículos, e flexibilidade no sistema para atender pequenos pedidos, ou melhor, poder fazer os *try-outs*.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

4.3.1 Contexto do Sistema de Produção da Empresa em Estudo

A empresa Brandl, sendo comum no setor de autopeças, trabalha atrelada a demanda da indústria automotiva, e possui contratos firmados para um atendimento contínuo, mas com uma produção dependente das variações do mercado. O cliente faz a programação semanal de seu pedido, sendo que as entregas são feitas na semana seguinte à solicitação. Não há um critério estabelecido para a data exata da entrega dos pedidos, dependendo muito da situação (necessidade do cliente, disponibilidade de produção, dentre outros).

A programação de produção para a peça “painel da guarnição esquerda” é de 2000 peças a cada quinze dias. Observa-se “esquerda”, visto que no mesmo *blank* é estampada uma peça tanto do lado direito como do lado esquerdo. Esta quantidade visa completar 2000 pares do conjunto boitier que tem entregas semanais de 500 a 600 pares.

Os contratos com a indústria automotiva são normalmente firmados em até um ano de antecedência, visto que há uma necessidade da indústria automotiva de fazer auditorias no seu provável futuro fornecedor, verificando sua capacidade de atendimento, equipamentos, processos, sistema de qualidade, dentre outros, para aí desenvolver a “matriz” ou “ferramenta” que será utilizada na estamparia. Tradicionalmente o projeto e a execução da “matriz” são definidos e pagos pela Montadora que assim repassa para a empresa de autopeças em comodato, visto tratar-se de valores altos.

A empresa possui um departamento de qualidade, que atua desde a verificação das especificações técnicas (físico-químicos) da matéria prima que entra no processo, dos re-trabalhos, e da inspeção final. Dentro de suas atribuições encontram-se instituídos o programa de qualidade 5S *housekeeping*, e ISO/TS, programas estes que são pré-requisitos de produtividade com a redução de desperdícios e satisfação ao cliente, como seguem:

- 5S HOUSEKEEPING – Trata-se de um programa tipo “casa limpa e arrumada”, onde os 5S são os sentidos de “utilidade/descarte”, de “organização”, de “limpeza”, de “saúde e higiene” e por último o sentido de “autodisciplina/padronização”.
- ISO/TS – Trata-se da certificação das empresas que produzem automóveis e peças automotivas. Não é uma norma, mas uma especificação técnica, sendo somente aplicável em locais de trabalho onde ocorre a montagem de automóveis ou a fabricação de peças ou componentes. Esta se destina a primordialmente a melhorar a qualidade dos componentes e processos da cadeia de fornecimento automotriz, aplicando exigências internacionais padronizadas de sistemas de qualidade.

A empresa adotou como uma forma de controle do processo de produção para uma melhor visualização e identificação do material, uma etiqueta indicativa informando nas embalagens o atual status dos materiais que se encontram na embalagem, podendo ter os seguintes indicativos e dizeres:

- Quadrado na cor Verde: inscrito APROVADO. Trata-se de produto aprovado ou liberado a ser enviado à Logística.
- Quadrado na cor Vermelha: inscrito REPROVADO. Trata-se de produto reprovado, devendo aguardar à disposição da qualidade.
- Quadrado na cor Laranja: trata-se de produto para re-trabalho, devendo aguardar à disposição da qualidade.
- Quadrado na cor Amarela: inscrito PRODUTO SUSPEITO. Trata-se de produto que não deva ser enviado ao cliente devendo aguardar à disposição da qualidade.
- Círculo na cor vermelha: indica Re-trabalho – Refugo.
- Círculo na cor azul: trata-se de produto a ser enviado para a inspeção da qualidade, portanto não devendo ser enviado ao cliente.
- Círculo na cor Verde: trata-se de produto em processo, devendo ser enviado para a próxima operação dentro da produção. Não vai para a logística.
- Círculo na cor Amarela: indica um produto com algum tipo de suspeita.

O setor de Planejamento e Controle da Produção que é o setor diretamente responsável pelo controle da produção como o próprio nome o diz, na Brandl tem como

principal atividade orientar as necessidades de entrega à produção, sendo que para tal, faz o levantamento de necessidades de material, com base na previsão de demanda.

4.3.2 Leiaute da Empresa

A Brandl caracteriza-se por possuir um leiaute tipo funcional (job shop), onde as máquinas são agrupadas por função, como por exemplo, todas as prensas juntas, todas as soldas juntas, tendo como vantagem este tipo de leiaute a capacidade de produzir uma grande variedade de produtos, haja vista que cada peça fabricada requer sua própria seqüência de operações podendo ser direcionada através dos setores na ordem necessária. A empresa tem seu leiaute disposto em quatro grandes áreas distintas, a saber: Administração, Estamparia, Ferramentaria, Logística, e Solda. Na Figura 4.8 observa-se a área do processo em estudo nesta pesquisa.

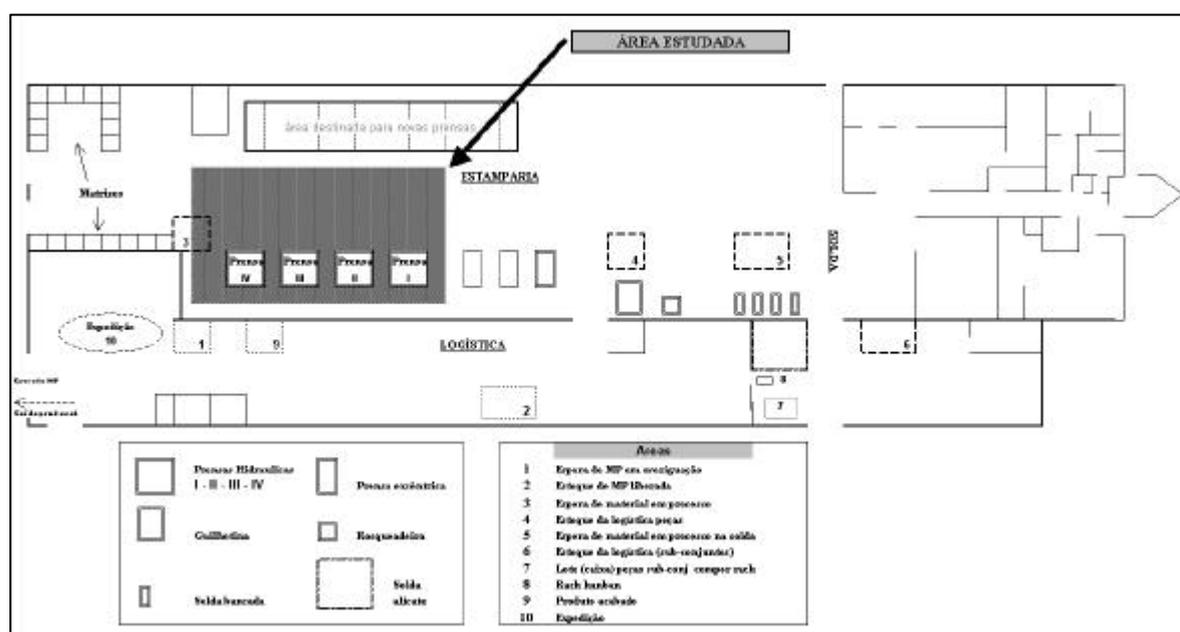


Figura 4.8 – Leiaute da Brandl.

Ao lado direito da Figura 4.8 está situado o setor administrativo da empresa composto pela: Recepção, Direção, Recursos Humanos, Finanças e Controladoria, Qualidade, Engenharia, Segurança do Trabalho, Refeitório, Vestiários e Banheiros. Os dois terços restantes do prédio principal da Brandl estão situados os setores produtivos, ou seja,

ferramentaria, solda, logística e estamparia. A recepção de matéria-prima bem como a saída de produtos acabados é feita através do mesmo setor de logística situado nos fundos do prédio. Os depósitos (locais) onde se encontram as matérias-primas depositadas e os produtos acabados encontram-se no mesmo ambiente, somente há placas indicativas, mas não há ambientes distintos.

O prédio principal (barracão) possui uma divisória (barreira física) entre a logística e os setores de estamparia e solda, havendo somente uma comunicação bem na metade do prédio. Pode-se observar no leiaute a área destacada, como a área em que foi desenvolvido o trabalho, onde estão as 4 prensas de 500 toneladas que são atualmente os equipamentos mais importantes da empresa.

4.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO *SMED*

4.4.1 Entrevista

Dentre as fontes de informações necessárias para a aplicação do método *SMED* encontra-se a “entrevista”, esta foi baseada nas perguntas do APÊNDICE 1, acrescida de comentários fora da linha das perguntas, mas que são relevantes ao trabalho.

Os relatos abaixo foram resultantes da entrevista com o responsável pelo PCP (Planejamento e Controle da Produção):

A empresa possui um formulário “Controle Diário de Produção” utilizado na produção, sendo que este possui um campo específico para anotação dos tempos de parada de máquina. Neste campo o funcionário pode colocar dentre outros motivos de parada, a parada para a operação de *setup*, todavia através da pesquisa documental dos últimos três meses observou-se que em alguns formulários não constava o tempo e nos demais controles constavam tempos inteiros de *setup* “tipo padrão” de 30 minutos, 45 minutos e 1 hora, evidenciando um controle não efetivo dos tempos de preparação das máquinas.

Não há atualmente na empresa uma equipe responsável por ações que venham a efetivamente diminuir os tempos de *setup*, constataram-se somente através de observações diretas as ações isoladas de funcionários, líderes e supervisores no esforço de minimizar a situação.

Confirmou-se junto ao PCP, que para a programação da produção são adotados tempos padrão para os *setups*, como segue:

- Prensas hidráulicas = 45 minutos
- Prensas excêntricas = 30 minutos
- Prensas hidráulicas e excêntricas com estampagem progressiva = de 1 hora à 01h30min. (fazem o uso do desbobinador)

Estes tempos padrão objetiva a necessidade do PCP balizar a produção quanto aos tempos de *setup* considerados em sua programação, todavia, com a observação direta do pesquisador através da medição por cronômetro verificou-se que os tempos mostraram-se bastante variados tanto para menos como para mais.

Um ponto extremamente importante observado na entrevista bem como em conversa com a Diretoria é a conscientização das lideranças de que os altos tempos de *setup* são motivos de preocupação. Há uns dois anos atrás, quando a empresa estava com equipamentos subutilizados esta era uma questão secundária, mas atualmente com o aumento expressivo da produção, conforme foi enumerado anteriormente, esta é uma questão que precisa de soluções urgentes.

Dos gargalos apontados na entrevista e posteriormente verificados na observação direta são: uma guilhotina, um desbobinador, bem como um conjunto de quatro prensas de grande porte que praticamente não param. Estas situações tendem a melhorar substancialmente, visto que a empresa já está providenciando a instalação de novas prensas e a compra de um novo desbobinador.

A Brandl produz uma grande quantidade de itens, e como, por exemplo, somente a peça estudada “painel da guarnição esquerda” tem quatro operações, sendo esta somente uma das oito peças de um único conjunto. Portanto esta é uma característica da empresa, variedade de produtos e conseqüentemente muitos *setups*.

Na compra de matéria-prima a sua quantidade é sempre solicitada a mais do que realmente é necessário para a produção, de modo a proteger e garantir a produção quanto a eventuais problemas. A empresa não faz o seqüenciamento da produção, visto que não há uma estabilidade nos ritmos dos processos e algumas situações envolvendo problemas de

manutenção de equipamentos. Há na Brandl uma produção de aproximadamente 15% a mais de cada pedido para cobrir eventuais problemas de qualidade, manutenção de máquinas e/ou outras situações que venham a ocasionar parada nas operações. Com esta produção a maior, há um aumento no estoque encobrendo assim muitos problemas relacionados a produção inclusive os altos tempos de *setup*.

Dos problemas apontados com relação aos fornecedores estão a questão de prazo de entrega e volume de faturamento, visto que a matéria prima essencial é o aço que encontra-se nas mãos de poucas usinas, sendo que a maioria dos pedidos (80%) é fornecido pela CSN (Companhia Siderúrgica Nacional). Parte da matéria prima é comprada de distribuidores, como, Rio Negro e Gonvarri, sendo que evidentemente a compra direta das usinas tem tido custos inferiores, mas há ainda a necessidade de colocação mínima para compra e ainda a questão relacionada aos cortes de *blanks*. Os *blanks* que são cortes efetuados nas chapas de aço para evitar um desperdício maior, somente são feitos pelas usinas quando se trata de grandes pedidos, caso contrário a Brandl necessita que este serviço seja feito pela distribuidora, onerando ainda mais o produto, ou em última hipótese cortado na própria Brandl.

4.4.2 Observação Direta

Observou-se e relatou-se no chão-de-fábrica junto às prensas todas as fases do *setup*, independentes de serem internas ou externas. Nesta oportunidade fez-se uma lista com as observações sobre as fases do *setup* pelo pesquisador que posteriormente foi validada pelo líder do setor após inclusões e exclusões. A Figura 4.9 abaixo contém esta relação.

 Ministério da Educação Universidade Federal do Paraná Setor de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-MEC)	
RELAÇÃO DAS ATIVIDADES DO SETUP	
•Remoção da matriz	•Regulagem do martelo (ponto morto superior e inferior)
•Transporte da matriz utilizada	•Regular a pressão da almofada
•Transporte de matriz a ser utilizada	•Organizar ferramentas
•Limpeza da base da prensa	•Seleção de chaves,parafusos, porcas, grampos, apoios
•Limpeza de cavacos	•Fixação da matriz superior
•Limpeza dos orifícios dos pinos	•Fixação da matriz inferior
•Posicionar pinos da almofada	•Fixação de calha para saída de material
•Tirar a mesa da base da matriz	•Processamento de teste
•Colocar a mesa na base da matriz	•Retirada de refugos
•Posicionamento da matriz a ser utilizada	•Verificação de qualidade
•Centrar e dimensionar	
•Regular a força do martelo	

Figura 4.9 – Todas as atividades do *setup*.

Todas as operações observadas da Figura 4.9 fazem parte do escopo usual de uma atividade de *setup* da empresa em estudo. Entre os aspectos críticos identificados durante esta observação direta estava a falta de procedimentos padrão para as operações de *setup*. Os procedimentos padrão permitem a otimização do tempo dos operadores, ou seja, cada qual sabe o que fazer no tempo que for pré-determinado.

Como parte integrante da observação direta procurou-se identificar a utilização de componentes necessários a um *setup* rápido. Destes componentes, os abaixo relacionados não foram observados a sua utilização:

- Guias de centragem e posicionamento
- *Die-set* (porta ferramental)
- Grampos funcionais (sem rosca)
- Pinos/placas de posicionamento
- *Check list* (relação de componentes e passos necessários em uma operação por máquina)

- *Check table* (mesa de verificação contendo desenhos, componentes e ferramentas necessárias ao *setup* - por máquina)

Já os itens necessários a um *setup* rápido, imprescindíveis, que foram identificados e sendo efetivamente utilizados são:

- Ferramentas
- Grampos fixadores
- Parafusos
- Porcas
- Apoio de grampo
- Pinos de almofada
- Calços para ajustar altura da matriz
- Base de matriz (fica entre a base da prensa e a matriz)
- Mesa móvel

Como parte importante também da observação direta e um indicador forte das necessidades da empresa foram feitos a verificação das perdas dentro dos questionamentos da Figura 3.6 constante do Método de Pesquisa. Estas perdas, não são conforme Shingo (2002) iguais em *status* ou efeito, mas sem dúvida as 7 grandes perdas são igualmente nocivas ao ambiente fabril. Abaixo se destaca isoladamente as observações sobre cada uma destas perdas:

- Superprodução: Verificou-se que a empresa em estudo produz 15% a mais do necessário como estratégia de manter um *buffer* para conter problemas de variabilidade;
- Espera: Observou-se em algumas situações funcionários e máquinas paradas, aguardando matéria-prima ou material em processo;
- Transporte: A localização da matéria-prima está numa área separada a da estamperia, e o trânsito é feito somente por uma passagem, o que torna longos os deslocamentos.

- Processamento: Necessitar-se-ia fazer uma análise de engenharia de valor, que não foi pretensão deste estudo.
- Estoque: Percebeu-se visualmente uma variação representativa nos estoques, tanto de produto acabado, como material em processo e matéria prima, caracterizando perda por estoque.
- Movimento: Nas operações de *setup* em algumas oportunidades verificamos funcionários com movimentações desnecessárias, procurando peças e ferramentas e fazendo improvisações.
- Produtos defeituosos: Observou-se em algumas operações a incidência de produtos defeituosos, e estes estão na maioria das vezes relacionados com a manutenção das matrizes mais antigas, ou do seu projeto, seria uma questão de análise de engenharia.

4.4.3 Verificação de Documentos

Para os propósitos desta dissertação utilizou-se o documento “controle diário de produção” dos três últimos meses onde se verificou que nos campos relacionados a tempos de *setup*, ou não havia as anotações ou estas eram colocadas de forma padrão tipo: 30 minutos, ou 45 minutos ou 1 hora, ou 1 hora e trinta minutos. Ou seja, ou está se conseguindo manter estes tempos padrão, ou somente usa-se este número para ser um balizador de tempo máximo, ou não está havendo a devida anotação. Por observação direta ficou evidenciado um não controle efetivo sobre estes tempos.

Através de cronometragem efetuada durante a observação direta, ficou evidenciado que os tempos variaram dentro dos tempos constantes do “controle diário de produção”, ou seja, 30 minutos, 45 minutos, e 1 hora.

4.4.4 Mapeamento do Fluxo do Processo

Na Figura 4.10 abaixo se destaca o “Gráfico do Fluxo do Processo” desenvolvido para mapear o fluxo do processo de fabricação da peça em estudo.

Método atual		<input checked="" type="checkbox"/>	GRÁFICO DO FLUXO DO PROCESSO					
Método proposto		<input type="checkbox"/>					DATA	
ASSUNTO PESQUISADO:		Conjunto Boitier					FOLHA Nº	1
		Peça - Painel da guarnição esquerda						
SETOR:		Logística e Estamparia						
Sector	Distância em metros	Tempo	Processamento	Transporte	Inspecção	Espera	Estoque	DESCRIÇÃO DO PROCESSO
LOGÍSTICA	5	1	○	➔	■	□	▽	Inspeção MP (Logística confere NF e Produto do fornecedor)
		0,25	○	➔	□	□	▽	Transporte MP (do transportador até área liberação logística)
	5	0,25	○	➔	□	■	▽	Espera MP a liberar (na área de liberação da logística)
	0	8	○	➔	■	□	▽	Inspeção MP (Qualidade confere certificados para liberar)
		0,25	○	➔	□	□	▽	Transporte MP (da área de liberação para área de estoque)
	18	8	○	➔	□	□	▽	Estoque MP (local pré-determinado para cliente "xxxx")
		0,25	○	➔	□	□	▽	Transporte MP (para as prensas hidráulicas)
ESTAMPARIA	22	9,08	●	➔	□	□	▽	Setup Processamento OP10 (repuxar)
		0,5	○	➔	□	□	▽	Transporte (para área de material em processo)
	13	8	○	➔	□	■	▽	Espera (na área de material em processo)
		0,5	○	➔	□	□	▽	Transporte (para as prensas)
	9	9,08	●	➔	□	□	▽	Setup Processamento OP20 (recortar)
		0,5	○	➔	□	□	▽	Transporte (para área de material em processo)
	9	8	○	➔	□	■	▽	Espera (na área de material em processo)
		0,5	○	➔	□	□	▽	Transporte (para as prensas)
	6	9,08	●	➔	□	□	▽	Setup Processamento OP30 (flangear)
		0,5	○	➔	□	□	▽	Transporte (para área de material em processo)
	6	8	○	➔	□	■	▽	Espera (na área de material em processo)
		0,5	○	➔	□	□	▽	Transporte (para as prensas)
	3	9,08	●	➔	□	□	▽	Setup Processamento OP40 (furar c/cunha)
		0,5	○	➔	□	□	▽	Transporte (para a inspeção)
5	1	○	➔	■	□	▽	Inspeção (no dispositivo de controle)	
	101	82,82	4	10	3	4	1	Total

Figura 4.10 – Gráfico do fluxo do processo em estudo.

Através do fluxo do processo se podem tirar as seguintes e importantes observações:

A inclusão dos tempos do processo no gráfico da Figura 4.10 apesar de ser estimada foi necessária para se formar uma visão global do processo, visto que o fluxo do processo não apresenta estabilidade de tempos, desde a entrada da matéria-prima e sua passagem pela

4.4.5 Registro de Imagens

O registro de imagens através de fotos teve a intenção de corroborar com as demais fontes de evidência, ratificando algumas informações, incrementando outras, desfazendo dúvidas, ou simplesmente mostrando o dia-a-dia de uma empresa de autopeças. As fotos seguiram a seqüência instruída pelo protocolo do método de pesquisa, como segue:

Na Figura 4.12 apresenta-se a empilhadeira na recepção de matéria-prima. Vale destacar que a empresa possui uma empilhadeira para o setor de logística e outra para o setor de estamparia e possui uma terceira empilhadeira como *back-up*. Também se apresenta o local no setor de logística onde a matéria prima é inspecionada na sua recepção.



Figura 4.12 – Chegada de matéria-prima e área de inspeção.

A Figura 4.13 apresenta o local para guarda de matéria prima específico do cliente para quem se fabrica a peça em estudo, bem como o transporte da matriz em direção a prensa, feito pela empilhadeira.



Figura 4.13 – Depósito de matéria-prima e transporte de matriz.

Na foto constante da Figura 4.14 aparece a empilhadeira posicionando a matriz sobre a base da prensa, bem como o armário que garante todos os componentes para o *setup*.



Figura 4.14 – Posicionamento de matriz e armário de componentes do *setup*.

Estão presentes na Figura 4.15 dois dos componentes mais importantes do *setup*, que são a base do grampo e o próprio grampo cujo qual a matriz é presa a base da prensa e ao martelo.

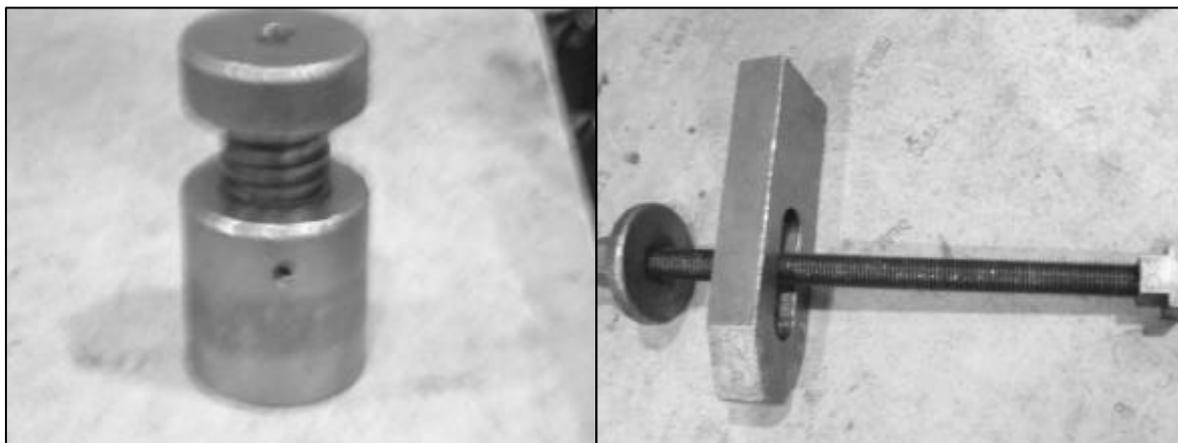


Figura 4.15 – Apoio de grampo e grampo.

Observa-se na Figura 4.16 peças componentes do *setup* aguardando no piso a sua utilização, na seqüência aparece a regulagem da altura do martelo.

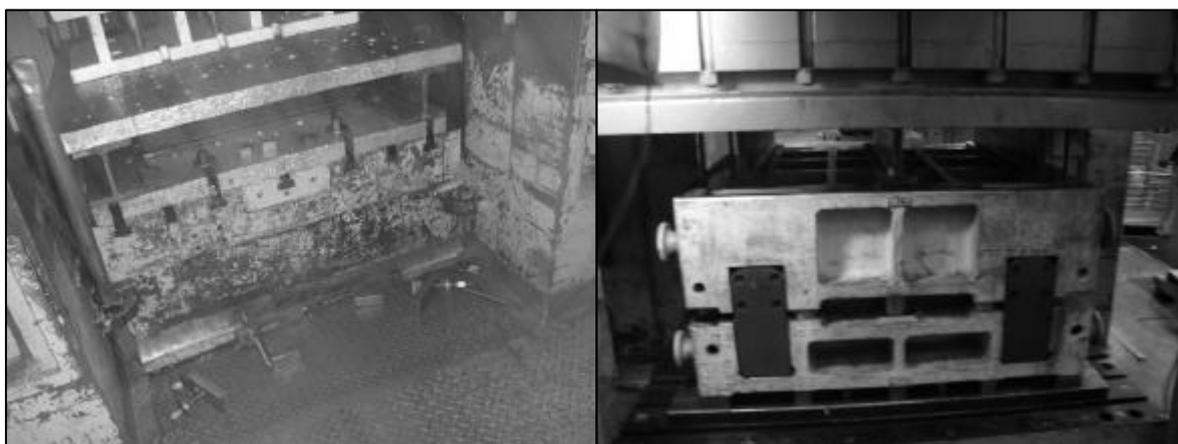


Figura 4.16 – Componentes do setup e regulagem de martelo.

Na Figura 4.17 estão sendo procedidas as colocações dos parafusos que firmarão a matriz e logo após a imagem da matriz já instalada, com os grampos presos.

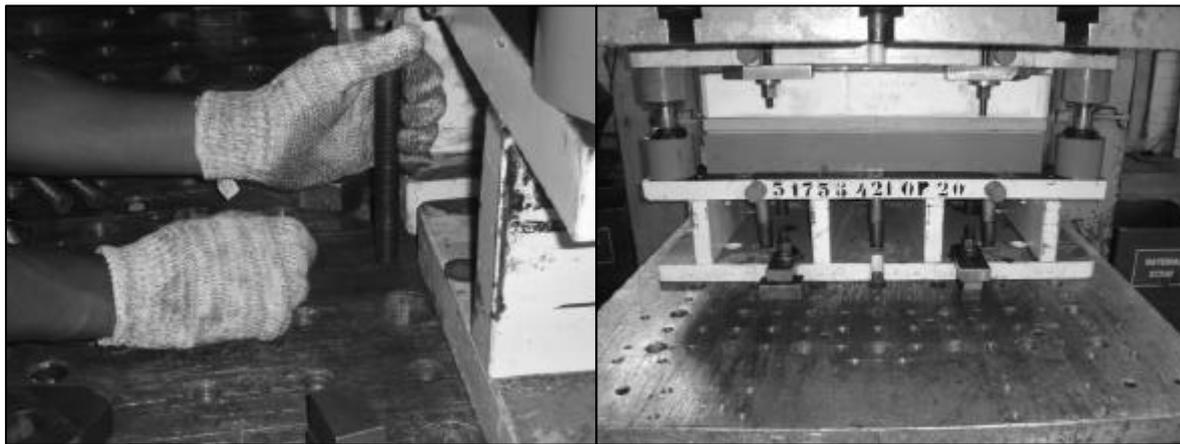


Figura 4.17 – Colocação de parafuso e matriz instalada.

Por último nesta seqüência de fotos aparece na Figura 4.18 a área destinada a material em processo, a alguns metros da prensa IV, e na imagem seguinte o local destinado a inspeção no dispositivo de segurança, quando a peça passou pelas quatro operações, no caso específico da peça em estudo.



Figura 4.18 – Área de material em processo e área de inspeção.

Os registros fotográficos expostos foram criteriosamente escolhidos de uma série de fotos tiradas do chão de fábrica da empresa em estudo. Houve o cuidado na escolha das fotos para que as mesmas pudessem servir para fins ilustrativos e de análise.

4.4.6 Análise e Proposições de Melhorias

Esta pesquisa limitou-se a analisar os estágios ditos “de proposição de melhorias” visto que para uma intervenção se necessitaria de um período de tempo não disponível para o atual momento da empresa, com a instalação de mais 3 grandes prensas, uma célula de solda robotizada e mais uma célula de soldas de bancada. Aliado a estes fatores a empresa está também num processo de reorganização de seu leiaute em virtude da adequação deste aumento de capacidade.

O método *SMED* nos estágios inicial e um tratam da organização para os estágios de intervenção, todavia suas ações já podem se observar melhorias significativas nos tempos de *setup*.

Como parte das proposições de melhorias para um *setup* rápido, sugere-se que sejam adquiridos e utilizados itens abaixo relacionados:

- Guias de centragem e posicionamento.
- *Die-set* (porta ferramental).
- Grampos funcionais (sem rosca).
- Pinos/placas de posicionamento.
- *Check list* (relação de componentes e passos necessários em uma operação por máquina).
- *Check table* (mesa de verificação contendo desenhos, componentes e ferramentas necessárias ao *setup* - por máquina).

O *setup* é composto de itens específicos e comuns ao mesmo tipo de equipamento, todavia o uso contínuo destes ocasionam desgaste, perda de material, quebra ou ruptura, necessitando, portanto, de uma rotineira revisão de quantidade e qualidade física destes que constam a seguir:

- Ferramentas
- Grampos fixadores

- Parafusos
- Porcas
- Apoio de grampo
- Pinos de almofada
- Calços para ajustar altura da matriz
- Base de matriz (fica entre a base da prensa e a matriz)
- Mesa móvel

A implementação de ações como as abaixo relacionadas, podem possibilitar, conforme Shingo (2000) a melhoria no *setup*:

- Verificar eventuais paradas em demasia pelos operadores.
- Verificar a possibilidade da adoção de operações paralelas.
- Eliminação dos ajustes (ex: altura golpe prensa, centragem matriz, dentre outros)
- Adoção de grampos funcionais.
- Reanalisar os pontos de fixação.
- Melhoria no transporte e estocagem de matrizes.
- Ações executadas durante o *setup* interno podem ser externalizadas.
- Reexaminar as operações para verificar se algum passo foi erroneamente dado como interno.
- Encontrar meios para converter estes passos para *setup* externo.

O posicionamento favorável a esta pesquisa pela direção da empresa foi um sinalizador altamente positivo de que as operações de *setup* precisam ser devidamente discutidas, analisadas e encaminhadas no sentido das melhorias.

Todavia não havendo neste momento a aplicação dos chamados “estágios de intervenção”, a pesquisa através de suas proposições poderá propiciar a facilitação de sua implementação futura.

A princípio o *setup* pode aparentemente representar somente um grande inconveniente a um custo necessário, entretanto a medida que há um aumento de seu tempo (seja por mudança na produção ou problemas) evidencia-se o recurso gargalo de máquina que as atividades necessitam. Considerando que uma hora perdida no recurso gargalo é uma hora perdida em todo o sistema produtivo, pode-se empregar nesta situação a teoria das restrições (TOC) concebida por Goldratt (1992).

4.5 APLICAÇÃO DO MÉTODO ABC

Para a aplicação do método ABC conforme Duran e Radaelli (2000) deve-se inicialmente definir o foco que o método dará, ou seja, a utilidade a que se destina, visto que a partir desta etapa é que se direcionam os próximos passos na implantação do mesmo. O foco da pesquisa já foi definido como sendo a análise de custo ABC do processo de fabricação da peça “painel da guarnição esquerda”, e para tanto neste estudo de caso estaremos aplicando em parte os métodos e técnicas do trabalho de Turra (2002). A utilização do método ABC neste trabalho objetiva a identificação de atividades dentro de um processo de fabricação que possam comprometer financeiramente o preço final do produto. Como nos procedimentos da contabilidade tradicional os custos indiretos de fabricação são rateados, não há, portanto, uma clara definição destes dentro de cada atividade específica.

4.5.1 Entrevista

Para a entrevista utilizou-se o modelo constante no APÊNDICE 3, e desta forma coletaram-se informações importantes da controladoria com respeito ao sistema de custos adotado pela empresa e demais informações pertinentes ao trabalho, sendo destacados a seguir.

Os dados abaixo relacionados foram fornecidos através da entrevista pelo funcionário responsável pela controladoria:

- Os principais itens custos da empresa em estudo são: matéria-prima, mão-de-obra direta, custos indiretos de fabricação e despesas operacionais;

- A empresa utiliza além do custeamento para fins legais um controle paralelo para a produção através de uma planilha eletrônica específica;
- A empresa utiliza um sistema de custos ERP APOLO, mas consideram o modulo ainda não totalmente seguro;
- Os custos indiretos são apropriados aproximadamente em torno de 15% dos custos diretos;
- A empresa não utiliza o sistema de custeio ABC;
- Não há um custo padrão e quem utiliza as informações de custos é a controladoria e a Diretoria;
- As informações de custeio propiciam detectar desperdícios na produção;
- A empresa diz ter conhecimento da contribuição financeira de cada produto para a lucratividade da mesma;
- As informações fornecidas pelo atual sistema de custos não são suficientes para determinar (com satisfatório nível de certeza) os custos dos produtos;
- Os preços da empresa estão no mesmo nível de seus competidores, sendo que os clientes encontram-se satisfeitos e dificilmente perde-se cliente motivado por preço de produto.

A empresa em estudo possui um programa de cálculo chamado “Kalkulation” que disponibiliza para a confecção de orçamentos os custos por peça a ser produzida. Todavia, sabe-se que a indústria automotiva trabalha com preços já previamente definidos para cada item, restando ao fornecedor verificar junto a suas planilhas o seu resultado financeiro ou trabalhar internamente para que haja a redução de custos que torne a fabricação deste ou daquele item viável.

4.5.2 Verificação de documentos

A verificação de documentos requereu a aprovação da Diretoria, por tratar-se de documentos estratégicos e sigilosos, todavia o acesso a estes foi somente visual dos documentos da controladoria pertinentes a pesquisa. Fomos providos somente das

informações básicas para o desenvolvimento desta, sabedores que com tais dados não poderíamos alcançar uma exatidão do custo da peça em estudo, mas não invalidaria a análise e serviria como comparativo dos custos atuais. Destacam-se abaixo os itens em que os dados nos foram concedidos para esta pesquisa:

- Valor de entrada da prensa hidráulica
- Valor de locação da empilhadeira
- Valores de mão-de-obra (funcionários diretos)
- Valor da chapa de aço utilizada pela peça
- Valor do custo da energia elétrica
- Consumo de energia elétrica da prensa (por operação)
- Quantidade de peças produzidas por hora (por operação)
- Horas trabalhadas por mês dos funcionários diretos
- Quilos de aço por peça (tamanho do *blank* e peso da chapa).

Alguns itens que se necessitaria para o andamento da pesquisa não houve informações precisas e para tanto se utilizou dos dados coletados de observações diretas, consulta a funcionários e assim fizeram-se as suas devidas estimativas. Os seguintes foram estimados:

- Consumo de GLP por hora de trabalho da empilhadeira
- Valor de locação de área ocupada por hora
- Tempo de operação da prensa (anual)
- Valor residual da prensa (caso houvesse reavaliação de ativo)
- Tempo de espera do material em processo (grande variabilidade)
- Tempo de transporte de material (grande variabilidade)
- Tempo de *setup* (grande variabilidade)

- Tempo de inspeção (variabilidade relativa)
- Custo de manutenção (relativa variabilidade).

4.5.3 Custeio do Processo de Fabricação

4.5.3.1 Mapeamento das Atividades

Para o rastreamento das atividades do processo, o pesquisador utilizou-se do gráfico do fluxo do processo desenvolvido no protocolo de coleta de dados do *SMED* e devidamente preenchido quando da coleta de dados no estudo de caso. Haja vista a complexidade do método ABC a pesquisa limitou-se ao uso da atividade principal executada do início até o final do processo em estudo. O fator de tomada de decisão quanto às atividades a serem relacionadas foi a de relevância, visto que estas têm uma relação de causa e efeito estabelecida com o objetivo a reportar, que é o custo do produto (BRIMSON, 1996).

Com base nas informações das fontes de evidência, observação direta, documentos e entrevistas, definiu-se a estrutura de decomposição do trabalho, com “atividades mães” e “atividades filhas” definindo assim o escopo do fluxo de trabalho, limitado às atividades diretas ao processo de interesse deste estudo. No Quadro 4.1 apresenta-se a Estrutura de Decomposição das Operações Associadas ao Processo desta pesquisa.

Código	Estrutura de Decomposição das Operações Associadas ao Processo
1.0	Preparar
1.1	efetuar o setup
1.1.1	posicionar os pinos da almofada
1.1.2	instalar a ferramenta
1.1.3	programar a força do martelo
1.1.4	programar a pressão pneumática da almofada
1.1.5	programar a pressão hidráulica da almofada
2.0	Repuxar
2.1	produzir operação 10
2.1.1	posicionar a peça na ferramenta e acionar a prensa
2.1.2	guardar a primeira peça como referência visual
2.1.3	guardar peça repuxada na embalagem semi-acabado
2.1.4	manter última peça dentro da ferramenta como referência prox lote
3.0	Transportar material
4.0	Esperar
4.1	espera por processamento
5.0	Transportar material
6.0	Preparar
6.1	efetuar o setup
6.1.1	instalar a ferramenta
6.1.2	programar a força do martelo
7.0	Recortar
7.1	produzir operação 20
7.1.1	posicionar a peça na ferramenta e acionar a prensa
7.1.2	guardar a primeira peça como referência visual
7.1.3	guardar peça recortada na embalagem semi-acabado
7.1.4	manter última peça dentro da ferramenta como referência prox lote
8.0	Transportar material
9.0	Esperar
9.1	espera por processamento
10.0	Transportar material
11.0	Preparar
11.1	efetuar o setup
11.1.1	posicionar os pinos da almofada
11.1.2	instalar a ferramenta
11.1.3	programar a força do martelo
11.1.4	programar a pressão pneumática da almofada
11.1.5	programar a pressão hidráulica da almofada
12.0	Flangear
12.1	produzir operação 30
12.1.1	posicionar a peça na ferramenta e acionar a prensa
12.1.2	guardar a primeira peça como referência visual
12.1.3	guardar peça flangeada na embalagem semi-acabado
12.1.4	manter última peça dentro da ferramenta como referência prox lote
13.0	Transportar material
14.0	Esperar
14.1	espera por processamento
15.0	Transportar material
16.0	Preparar
16.1	efetuar o setup
16.1.1	instalar a ferramenta
16.1.2	programar a força do martelo
17.0	Furar com Cunha
17.1	produzir operação 40
17.1.1	posicionar a peça na ferramenta e acionar a prensa
17.1.2	guardar a primeira peça como referência visual
17.1.3	guardar peça flangeada e calibrada na embalagem semi-acabado
17.1.4	manter última peça dentro da ferramenta como referência prox lote
18.0	Transportar peça
19.0	Inspecionar
	conferir com o padrão por amostragem

Quadro 4.1 – Estrutura da decomposição das operações associadas ao processo.

Pode-se observar que este quadro da estrutura da decomposição das operações está diferente do mapeamento do processo, devido de que as mesmas dentro da avaliação do método ABC, preparar, repuxar, transportar, esperar, recortar, flangear, furar, inspecionar, são atividades, e estas podem ser em sua natureza: primárias e secundárias. Conforme Nakagawa (1994) as primárias são as que dão cumprimento a missão que lhes foi conferida e as secundárias as que lhes dão suporte.

Com base na Tabela 4.1 estabeleceu-se as operações principais que foram analisadas na presente pesquisa no que tange o *setup*. O Quadro 5.2 enumera estas atividades.

PEÇA PESQUISADA: Painel da guarnição esquerda Código 8200 010 087		DATA dez-06
Componente do Sub Conj Boitier 8200 073 360		FOLHA N° 1
SETOR: Estamparia		
Código	ATIVIDADES	
<i>"partindo do princípio que Matéria-prima e Matriz se encontram ao lado da prensa liberada"</i>		
1.0	Setup OP10	
2.0	Repuxar - OP10	
3.0	Transportar - área material em processo	
4.0	Esperar - área material em processo	
5.0	Transportar - para prensa hidráulica	
6.0	Setup - OP20	
7.0	Recortar - OP20	
8.0	Transportar - área material em processo	
9.0	Esperar -área material em processo	
10.0	Transportar - para prensa hidráulica	
11.0	Setup - OP30	
12.0	Flangear - OP30	
13.0	Transportar -área material em processo	
14.0	Esperar -área material em processo	
15.0	Transportar - para prensa hidráulica	
16.0	Setup - OP40	
17.0	Furar com cunha - OP40	
18.0	Transportar - para inspeção	
19.0	Inspeccionar	
<i>"segue para área de estocagem da logística"</i>		

Quadro 5.2 - Quadro de atividades.

No Quadro 5.2 pode-se observar que o processo de fabricação do painel de guarnição esquerda possui 19 atividades, onde somente 4 destas atividades são de processamento sendo que as demais atividades não agregam valor, dentro do conceito atividade no método ABC.

4.5.3.2 Identificação e Medição dos Recursos

Esta seção está relacionada à identificação e alocação dos recursos consumidos no processo de fabricação da peça estudada. Os custos foram categorizados em diretos e indiretos, ou seja:

- Custo Direto – Material Direto e mão-de-obra direta (aço e salário)
- Custo Indireto – Materiais Indiretos (Energia elétrica, GLP e locação)

Na Tabela 4.2 está relacionado o único recurso material direto que faz parte do processo em estudo e o seu custo por quilo.

Cód. Pç	Descrição	un.	Custo	Atual.
8200 010 087	Chapa de aço XE360B g10/10 (blank)	kg	R\$ 3,20	jan/07

Tabela 4.2 – Recurso material direto.

Na Tabela 4.3 abaixo, estão relacionados os custos diretos mensais de mão-de-obra (salários + encargos) dos funcionários diretamente relacionados com o processo em estudo, juntamente já calculado o seu custo por hora trabalhada. Os valores de mão-de-obra foram fornecidos pela controladoria quando da análise de documentos.

Cod.	Função	Hr/Mês	un.	Salário+Enc (Mês)	R\$/Hr	Atual.
MO01	Operador	165	hr	R\$ 1.440,00	R\$ 8,73	jan/07
MO02	Operador Auxiliar	165	hr	R\$ 1.170,00	R\$ 7,09	jan/07
MO03	Motorista Empilhadeira	165	hr	R\$ 1.267,00	R\$ 7,68	jan/07

Tabela 4.3 – Custo da hora de mão-de-obra.

Na Tabela 4.4 a seguir, com base no valor de entrada fornecido pelo setor de controladoria para a prensa, foi calculado o valor de depreciação por hora de forma linear considerando uma vida útil de 10 anos e estimando-se o tempo anual de operação desta. O valor de uma prensa nova é certamente muito superior, todavia esta máquina por ter vindo da matriz da empresa e por já estar totalmente depreciada teve provavelmente uma reavaliação de ativo que a quantificou em R\$ 500.000,00 devido a mesma estar em plenas condições de uso. O valor residual foi considerado o padrão igualmente o utilizado por Turra (2002) que foi de 15% do valor de aquisição.

Cód.	Equipamento	un.	P (valor)	N (vida útil)	VR (V resid)	TO (T Oper)	Depreciação
8200 010 087	Prensa hidráulica de 500 tons	hr	R\$ 500.000,00	10	R\$ 75.000,00	4800	R\$ 8,85

Tabela 4.4 – Tabela de cálculo da depreciação do equipamento.

Devido aos custos de manutenção na contabilidade estarem conjuntos aos de conservação, e considerando que a empresa muito investiu nesta área, para não haver uma grande divergência nestes custos, utilizou-se o cálculo conforme Limmer (1997) *apud* Turra (2002) para esta situação. Este cálculo compreendeu gastos com peças e de materiais utilizados e custos de mão-de-obra, conforme fórmula abaixo:

$$CM = \frac{P}{N \times TO} \times K$$

CM: o custo horário de manutenção do equipamento

P: o seu valor de aquisição

N: a sua vida útil, em anos,

TO: o número de horas de trabalho por ano e **K** um coeficiente de custo de manutenção pré-estabelecido em 0,5.

Abaixo está relacionada a Tabela 4.5 contendo o custo calculado de manutenção por hora.

Cod.	Equipamento	un.	CM	P (valor)	N (vida útil)	TO (T Oper)	k
8200 010 087	Prensa hidráulica de 500 tons	hr	R\$ 5,21	R\$ 500.000,00	10	4800	0,5

Tabela 4.5 – Cálculo do custo de manutenção do equipamento.

O cálculo de energia elétrica, bem como o consumo da prensa por operação foi

fornecido pelo setor de manutenção da empresa, e seu custo hora calculado conforme a Tabela 4.6 abaixo.

Cod. Pç.	Equipamento	un.	Pot (KW)	Valor do KWh	CE
8200 010 087	Prensa hidráulica 500 tons	hr	244,79	R\$ 0,11	R\$ 26,08

Tabela 4.6 – Cálculo do custo de energia elétrica consumida pelo equipamento.

Na Tabela 4.7 foi calculado com base em estimativa o custo por hora trabalhada de GLP da empilhadeira. Os dados da capacidade do cilindro de GLP, valor por quilo foram fornecidos pelo setor de logística da empresa.

Cod. Pç.	Equipamento	un.	Pot (GLP)	Valor do GLPh	CG
8200 010 087	Empilhadeira 5 tons	hr	1	R\$ 11,31	R\$ 11,31

Tabela 4.7 – Cálculo do custo de GLP consumido pela empilhadeira.

Através dos dados da Tabela 4.6 e 4.7 obteve-se o cálculo do custo variável, estando a somatória destes dois custos constante na Tabela 4.8 abaixo.

Cod. Pç.	Equipamento	un.	Variável	CM	CE	CG
8200 010 087	Prensa hidráulica de 500 tons	hr	31,29	5,21	26,08	0
	Empilhadeira 5 tons	hr	11,31	0	0	11,31

Tabela 4.8 – Cálculo dos custos variáveis.

4.5.3.3 Identificação e dos Direcionadores de Recursos

Para a definição dos direcionadores de recursos (*cost drivers* de recursos), baseasse em Nakagawa (1994), que esclarece ser uma transação que determina a quantidade de trabalho (não a duração) e, através dela, o custo de uma atividade. Serve-se desta definição para então identificar os direcionadores de recursos. O Quadro 4.2 a seguir relaciona os

recursos e seus direcionadores.

Recursos	Direcionadores de Recursos
Mão-de-obra direta (MOD)	horas de utilização
Máquinas	horas de utilização
Manutenção e Depreciação	horas de utilização
Material Direto (aço)	quilos utilizados
Locação de empilhadeira	horas de utilização
Energia Elétrica	horas de utilização
GLP	horas de utilização
Locação Espaço	área utilizada

Quadro 4.2 – Direcionadores de recursos.

A esquerda do Quadro 4.2 estão relacionados os recursos consumidos pelas atividades que são os custos diretos e indiretos e a direita o indicador de consumo destes recursos.

4.5.3.4 Custo das Atividades e dos Processos

O cálculo do custo de cada atividade foi feito através do somatório das parcelas de cada recurso considerando um lote de 2000 peças para este processo. O custo total do lote foi obtido através do somatório dos custos de suas atividades. A Tabela 4.9 apresenta a relação dos recursos para cada atividade e seu custo considerando o processamento de um lote de 2000 peças. Para a definição dos tempos foram utilizadas estimativas, através da observação direta e documentos como segue:

- *Setup* = 0,75 hr
- Operação (processamento) = 8,33 hs
- Transporte = 0,50 hr
- Espera = 8 hs
- Inspeção = 1 hr

Recursos	Mão de obra direta	Manutenção e Depreciação	Material direto	Locação empilhadeira	Energia elétrica	GLP	Locação Espaço	Total R\$	Total c/ expurgo
Atividades									
Setup OP10	5,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	6,40	6,40
Repuxar OP10	65,89	58,56	5.488,00	0,00	108,62	0,00	5,16	5.726,24	238,24
Transportar p/material em processo	3,84	0,00	0,00	8,13	0,00	5,66	0,31	17,93	17,93
Esperar material em processo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,96	4,96	4,96
Transportar para a prensa	3,84	0,00	0,00	8,13	0,00	5,66	0,31	17,93	17,93
Setup OP20	5,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	6,40	6,40
Recortar OP20	65,89	58,56	5.488,00	0,00	108,62	0,00	5,16	5.726,24	238,24
Transportar p/material em processo	3,84	0,00	0,00	8,13	0,00	5,66	0,31	17,93	17,93
Esperar material em processo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,96	4,96	4,96
Transportar para a prensa	3,84	0,00	0,00	8,13	0,00	5,66	0,31	17,93	17,93
Setup OP30	5,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	6,40	6,40
Flangear OP30	65,89	58,56	5.488,00	0,00	108,62	0,00	5,16	5.726,24	238,24
Transportar p/material em processo	3,84	0,00	0,00	8,13	0,00	5,66	0,31	17,93	17,93
Esperar material em processo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,96	4,96	4,96
Transportar para a prensa	3,84	0,00	0,00	8,13	0,00	5,66	0,31	17,93	17,93
Setup OP40	5,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	6,40	6,40
Furar c/cunha OP40	65,89	58,56	5.488,00	0,00	108,62	0,00	5,16	5.726,24	238,24
Transportar para inspeção	3,84	0,00	0,00	8,13	0,00	5,66	0,31	17,93	17,93
Inpecionar	7,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	7,71	7,71
TOTAL R\$	321,26	234,24	21.952,00	56,88	434,49	39,59	40,20	23.078,65	1.126,65

Tabela 4.9 – Cálculo dos custos do sistema ABC.

Verifica-se que o custo de material direto cria na tabela, pelo seu alto valor (aço) em comparação com os outros custos, uma dificuldade de análise. Sendo assim procede-se para fins de análise o expurgo deste valor na última coluna a direita da Tabela 4.9.

Com o expurgo do material direto fica mais transparente a importância dos demais recursos em termos de percentagem dos custos, como por exemplo, a energia elétrica, onde prensas como do porte que a empresa possui consomem grande quantidade de energia.

Nesta mesma Tabela 4.9 constam os custos indiretos de fabricação, que são os custos que não podem ser relacionados diretamente a um produto ou serviço, como, manutenção, depreciação, locação de empilhadeira, GLP e locação de espaço. Já os custos diretos nesta tabela são: somente a mão-de-obra direta e material direto que é o aço.

4.5.3.5 Identificação e Medição dos Direcionadores de Atividades

O processo de identificação das atividades e de determinação de quanto do custo de cada atividade cabe ao objeto de custo é conhecido como “rastreamento”. O rastreamento feito pelo ABC tem o significado de identificar, classificar e mensurar, numa primeira etapa, a maneira como as atividades consomem recursos e, numa segunda etapa, como os produtos consomem as atividades de uma empresa (NAKAGAWA, 1994).

No Quadro 4.3 abaixo, é apresentado as atividades e seus respectivos direcionadores de atividades para o processo de produção de um lote de 2000 peças:

Atividades	Direcionadores de Atividades
Setup OP10	nº de preparações OP10
Repuxar OP10	nº de operações OP10
Transportar para material em processo	nº de transportes para material em processo
Esperar material em processo	nº de esperas de material em processo
Transportar para a prensa	nº de transportes para a prensa
Setup OP20	nº de preparações OP20
Recortar OP20	nº de operações OP10
Setup OP 30	nº de preparações OP30
Flangear OP30	nº de operações OP30
Setup OP 40	nº de preparações OP40
Furar c/Cunha OP40	nº de operações OP40
Transportar para inspeção	nº de transportes para inspeção
Inspeccionar	nº de inspeções

Quadro 4.3 – Direcionadores de atividades.

4.5.3.6 Objeto de Custo

Para o cálculo do custo do objeto de custo deve-se multiplicar a frequência em que cada direcionador de atividade esteve presente para processar o lote de 2000 peças e multiplicar pelo custo unitário da atividade. A Tabela a seguir apresenta os possíveis direcionadores e seus respectivos custos por lote.

ATIVIDADES	DIRECIONADORES DE ATIVIDADES	FRE-QUÊNCIA	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL	OBJETO DE CUSTO	
Setup OP10	n° de preparações OP10	01	R\$ 6,40	R\$ 6,40	Lote de 2000 peças do Pannel da guarnição esquerda	
Repuxar OP10	n° de operações OP10	01	R\$ 5.726,24	R\$ 5.726,24		
Transportar p/material em processo	n° de tranportes p/material em processo	03	R\$ 17,93	R\$ 53,79		
Esperar material em processo	n° de esperas de material em processo	03	R\$ 4,96	R\$ 14,88		
Transportar para a prensa	n° de transportes para a prensa	03	R\$ 17,93	R\$ 53,79		
Setup OP20	n° de preparações OP20	01	R\$ 6,40	R\$ 6,40		
Recortar OP 20	n° de operações OP20	01	R\$ 5.726,24	R\$ 5.726,24		
Setup OP30	n° de preparações OP30	01	R\$ 6,40	R\$ 6,40		
Flangear OP30	n° de operações OP30	01	R\$ 5.726,24	R\$ 5.726,24		
Setup OP40	n° de preparações OP40	01	R\$ 6,40	R\$ 6,40		
Furar c/Cunha OP40	n° de operações OP40	01	R\$ 5.726,24	R\$ 5.726,24		
Transportar para inspeção	n° de transportes para inspeção	01	R\$ 17,93	R\$ 17,93		
Inspeccionar	n° de inspeções	01	R\$ 7,71	R\$ 7,71		
				TOTAL		R\$ 23.078,65

Tabela 4.10 – Cálculo dos custos atividades para o objeto de custo.

Na Tabela 4.10 verificar-se que o custo do *setup* com relação aos demais custos não é significativo, afinal ele somente representa desta forma a incorporação do custo da mão-de-obra. Todavia analisando de forma contínua, onde a produção é vista a longo prazo, estes valores são multiplicáveis considerando que são produzidos de 24.000 a 30.000 pares desta única peça por ano por ano.

O custo do *setup* pode afetar os demais custos, pois caso o *setup* demore além do conveniado, vai atrasar a operação principal, que vai manter o material em espera por mais tempo, que vai criar acúmulo de necessidade de transporte, e tudo isto onerando o sistema produtivo.

O valor de R\$ 23.078,65 representa neste contexto o custo aproximado de um lote de 2000 peças do painel de guarnição esquerda, portanto para calcular o custo unitário de uma peça divide-se o objeto do custo do lote pela quantidade de peças que o compõe resultado em R\$ 11,53 por peça. Considera-se como limitação para fins de exatidão, que não foram incluídos custos outros, como, salários indiretos, custos administrativos, dentre outros.

Com a apresentação desta Tabela termina a utilização do método ABC para este estudo, tendo esta o objetivo de custeio do processo e do produto, indicando os recursos consumidos pelas atividades e as atividades consumidas pelo lote de peças.

4.5.4 Análise

Na análise da Tabela 4.9 que resultou num custo aproximado de R\$ 23.078,65 para um lote de 2000 peças, onde observa-se que para uma melhor exatidão há necessidade de inclusões de outros custos, leva-nos a supor da possibilidade de erro quando do cálculo pelo sistema de custos atual da empresa.

No método *SMED* a estrutura da produção é composta por uma rede de “processos e operações”, a primeira está relacionada ao caminho que a matéria-prima percorre ao longo de sua transformação e a “Operação” é a ação do homem ou máquina que transforma esta matéria-prima, portanto criando assim esta distinção. No método ABC a atividade é definida como um processo que combina, de forma adequada, pessoas, tecnologias, materiais, métodos e seu ambiente, tendo como objetivo a produção de produtos, entende-se, portanto que tanto processos como operações são considerados como atividades. Esta visão pode criar inicialmente uma confusão, mas dentro do método ABC este conceito é plenamente justificável em virtude de seus objetivos de custear as atividades através dos recursos existentes.

Com respeito à Tabela 4.9 pode-se analisar que pela própria necessidade de expurgar o custo de material direto, fica demonstrado o seu peso no custo final do produto, portanto é evidente a necessidade de melhorias de material, como aperfeiçoamento de especificações e otimização de projeto de produto, terão um maior impacto do que as melhorias no processo de produção. As empresas do setor automotivo atuam com “custo meta”, ou seja, possuem um balizador de custos para a compra de peças, e este é outro importante motivo da empresa se envolver na melhoria do produto e não somente na produção.

Outra análise que se pode fazer da Tabela 4.9 (com o expurgo do material direto), é o excessivo peso percentual em termos de custos da energia elétrica, sendo, portanto, mais uma ação que se observa através dos recursos consumidos em que a empresa poderá obter ganhos diretos através da redução deste custo.

Através do método ABC pode-se melhor analisar as atividades do processo estudado, abrindo assim uma oportunidade de se discutir sobre o atual processo com relação a suas atividades e propor melhorias vislumbrando e redução de perdas no sistema produtivo.

A avaliação da Tabela 4.9 do custeio de atividades através dos recursos permitiu-se montar a Tabela 4.11 abaixo, onde se observa:

- O *setup* que “Não Agrega Valor” (NAV) comparado com 1 operação de processamento que “Agrega Valor” (AV), tem 9% do seu tempo;
- O *setup* que (NAV) comparado com 4 operações de processamento (AV) ou seja o processo completo, tem 9% do seu tempo;
- Todas as atividades que (NAV) somadas e comparadas com 1 operação de processamento (AV), tem 117% do seu tempo;
- Todas as atividades que (NAV) somadas e comparadas com 4 operações de processamento (AV) ou seja o processo completo, tem 94% do seu tempo;
- O *setup* que (NAV) comparado com 1 operação de processamento (AV), tem 0,11% do seu custo;
- O *setup* que (NAV) comparado com 4 operações de processamento (AV) ou seja o processo completo, tem o mesmo 0,11% do seu custo;
- Todas as atividades que (NAV) somadas e comparadas com 1 operação de processamento (AV), tem 0,82% do seu custo;
- Todas as atividades que (NAV) somadas e comparadas com 4 operações de processamento (AV) ou seja o processo completo, tem 0,76% do seu custo.

		Tempo		Custo	
		1 OP PROC.	4 OP PROC.	1 OP PROC.	4 OP PROC.
NAV	AV				
	SETUP	9%	9%	0,11%	0,11%
TODAS (NAV)		117%	94%	0,82%	0,76%

Tabela 4.11 – NAV (Não Agregam Valor) x AV (Agregam Valor)

Através do custeio ABC, se observou especificamente neste estudo que o maior ônus em desembolso financeiro está no processamento, sendo que as atividades que não agregam valor (*setup*, transporte, inspeção, espera e estocagem) possuem baixa participação neste custo. Todavia, a Tabela 4.11 evidenciou que os tempos inerentes as atividades que não agregam valor (NAV) comparados aos tempos de processamento tomam parte significativa da produção, ou seja, 9% de *setup* e 94% de todas as atividades para 4 operações de processamento.

O custo unitário final pelo cálculo apurado ficou muito próximo do informado pela empresa, no custeio ABC apurado neste processo, não foram apurados outros custos indiretos, como salários indiretos de supervisão e liderança, logística, ferramentaria, dentre outros, portanto isto pode indicar que os custos desta peça específica podem ser mais altos do que o atual sistema de custeio indica.

Um importante dado quando da entrevista foi o que “as informações fornecidas pelo atual sistema de custos não são suficientes para determinar (com satisfatório nível de certeza) os custos dos produtos”. Isto seria um indicador de que há a necessidade de rever os custos apurados pela empresa, visto que pode estar tendo prejuízos em alguns itens. Diante deste fato é bastante improvável que se consiga através do atual sistema de custos detectar desperdícios na produção como havia sido respondido na entrevista.

A utilização do percentual de 15% para calcular os custos indiretos como é atualmente utilizado deveria ser revista, visto que no cálculo apurado para a peça específica do estudo, apesar da não inclusão de outros custos indiretos, chegou-se a uma diferença significativa, a menor.

4.6 DIAGNÓSTICO

A seleção da empresa, do processo de produção e do produto atende aos requisitos propostos no critério de seleção apresentado no capítulo 3.

A seleção também considerou a disponibilidade e acesso aos dados a serem coletados para descrever este processo do modo como o mesmo é realizado atualmente, a partir de dados qualitativos e quantitativos do processo e do produto.

Considera-se importante lembrar que o presente trabalho investigativo proposto para a pesquisa se refere a desenvolver um protocolo de identificação de prioridades de melhoria para a redução de tempo de *setup* em processos do setor metal-mecânico, integrando o método proposto por Shingo (2000) e o Método de Custeio ABC (*Activity Based Costing*).

Neste contexto, o estudo de caso deve denotar que os princípios de produção enxuta integrado aos do custeio baseado em atividades, podendo resultar numa proposição mais acurada das prioridades de melhoria no processo para redução de *setup*.

Conforme Nakagawa (1994) a competitividade de uma empresa pode ser definida, em sentido amplo, como sua capacidade de desenvolver e sustentar vantagens competitivas que lhe permitam enfrentar a concorrência. Portanto pode-se competir tanto em custo sendo avaliado pelo ABC e pelo SMED em flexibilidade.

Nakagawa (1994) comenta que se espera que a mensuração através do ABC seja capaz de motivar os gestores a tomarem decisões que privilegiem as atividades cujos desempenhos tenham como objetivo criar valor para os clientes e otimizar o lucro para os investidores, ou seja, a empresa. A Figura 4.19 a seguir apresenta esta relação.

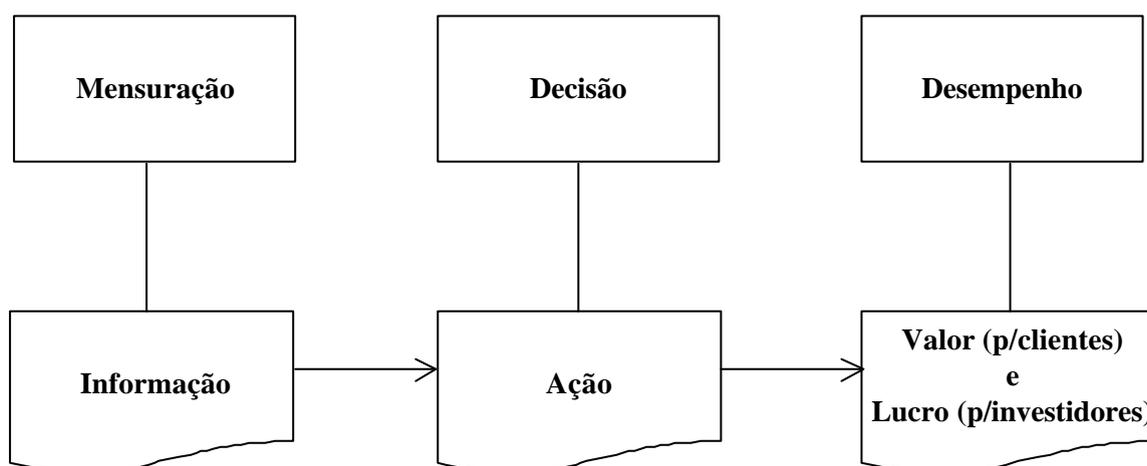


Figura 4.19 – Criação de valor pelo ABC.
Fonte: (NAKAGAWA, 1994)

Conforme Nakagawa (1994), o ABC possibilita uma visão de negócios, processos e atividades, estas que são de interesse direto e imediato para a competitividade das empresas, revela ainda oportunidades de se otimizar retornos estratégicos que o consumo adequado de recursos possa proporcionar.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONCLUSÕES SOBRE O PROBLEMA, OBJETIVO E A HIPÓTESE

A dissertação procurou responder a pergunta do problema de pesquisa “Como identificar prioridades de melhoria no *setup* de processos no setor metal-mecânico de maneira a considerar tanto a ótica da gestão da produção como da gestão de Custos?” Esta pergunta é respondida através da análise integrada dos métodos *SMED* e ABC, onde é observado que o método ABC propicia a identificação de recursos que estão sendo usados nas atividades que não agregam valor no processo.

O objetivo desta dissertação foi desenvolver um protocolo de identificação de prioridades de melhoria para a redução de tempo de *setup* em processos do setor metal-mecânico, integrando o método *SMED* e o Método de Custeio ABC. Entende-se que a integração de dados dos dois métodos através de um protocolo propiciou um conjunto de informações que permitiram um diagnóstico que viesse a satisfazer o objetivo desta dissertação. Conclui-se que o objetivo foi alcançado conforme o protocolo constante da Figura 5.1 abaixo, onde ambos os métodos seguiram uma seqüência de **controle, informação, foco, eficiência**, possibilitando assim um resultado que viesse a identificar as prioridades de melhorias na redução do tempo de *setup*.

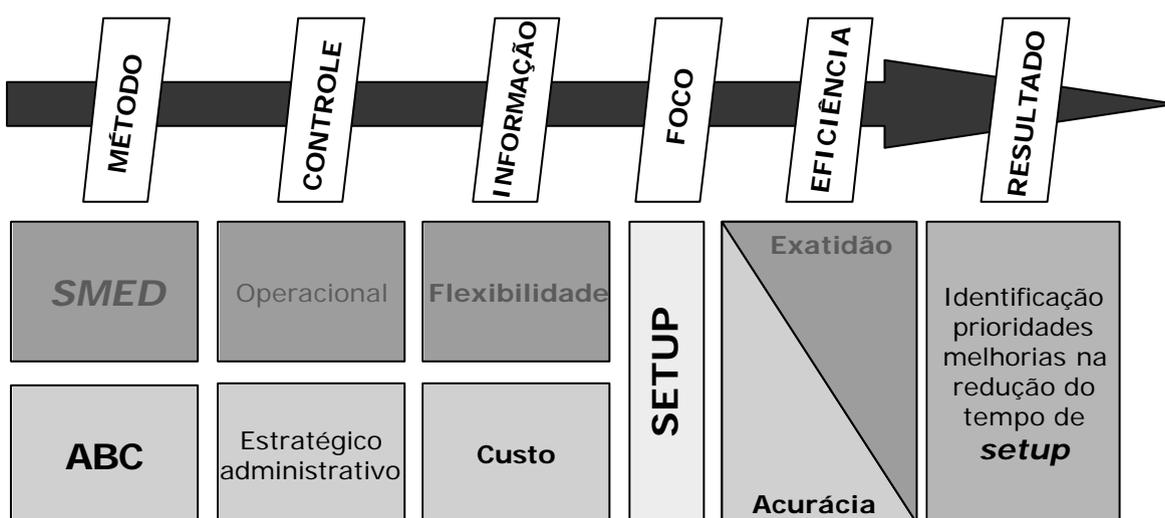


Figura 5.1 – Protocolo de identificação de prioridades de melhoria.

A integração do Método de Custeio ABC ao Método de Shingo para redução de *setup* deve resultar na definição mais acurada das prioridades de melhoria no processo, esta hipótese ficou evidenciada no estudo de caso, onde a avaliação de custos propiciou a possibilidade de melhorias no processo.

O método de custeio ABC vem mostrar os reais custos das atividades que agregam valor e das que não agregam valor, proporcionando conjuntamente com o método *SMED* uma avaliação mais precisa dos ganhos aferidos com a diminuição dos tempos de *setup*.

Conclui-se, portanto, que se aliando o método *SMED* ao método de custeio ABC venha a proporcionar uma melhor utilização do sistema produtivo bem como um controle mais preciso dos custos de produção, possibilitando assim um aumento da produtividade.

Na revisão bibliográfica sobre o método ABC evidenciou a sua importância através do conhecimento das atividades no processo produtivo e quanto estas são afetadas por variações inerentes a cada empresa, como aspectos relacionados aos ambientes interno e externo e políticas corporativas.

5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA

Para este estudo caso, a estratégia exploratória foi a mais adequada, visto que no transcorrer da coleta de dados é que foram surgindo necessidades específicas para cada situação.

A utilização do protocolo de Turra (2002) teve suas limitações nesta pesquisa e concordamos com o autor quando este detalha que a aplicabilidade do ABC vem a exigir um grande número de informações gerenciais e mapeamentos detalhados dos processos. Também igualmente constatamos como Turra (2002) que, para que haja um trabalho aprimorado, com dados precisos, há necessidade por parte da empresa de investimento, de recursos diversos e de tempo para sua efetiva implantação.

Igualmente a Turra (2002), constata-se que a escolha dos direcionadores de custos é crítica, onde uma definição incorreta destas pode provocar erros que venham a se refletir no custo final do produto.

5.3 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para trabalhos futuros a implantação do método *SMED* integrado ao método ABC num processo integral de produto final, com a composição de todos os itens integrantes de um conjunto completo. Tal trabalho vai requerer um esforço maior da empresa a ser estudada em virtude da necessidade de se formar uma equipe de trabalho composta por funcionários das áreas de interesse e chefias, e que possam dentro de sua atividade normal de trabalho desempenhar ações de melhoria dentro proposições deste trabalho.

5.4 CONCLUSÃO FINAL

Entende-se como Ohno (2002), quando este comenta que, a redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que busquem a sobrevivência, sendo que num período de crescimento econômico qualquer fabricante pode ter custos mais baixos com uma maior produção, mas, numa possibilidade de baixa de crescimento é bem mais difícil conseguir este intento.

Espera-se que esta Dissertação sirva como base para uma nova plataforma de estudos, com novas introspecções, indagações e perspectivas, envolvendo a integração dos métodos *SMED* e ABC num trabalho onde haja a avaliação integral do processo de vários produtos.

No contexto da globalização que se encontramos, não há empresas solitárias, ou mesmo independentes todas possuem um vínculo comercial, técnico, financeiro ou estratégico, e para a sua permanência neste ambiente altamente competitivo há a necessidade de reciclagens constantes em seus processos, vistos que estes é que proporcionam o produto a ser comercializado.

6 REFERÊNCIAS

- ACIONISTA. **Desempenho. Setor Autopeças.** Disponível em: <http://www.acionista.com.br/setor/070206_setor_autopecas.htm>. Acesso em: 06 out. 2006.
- ANTUNES, J. A. V. **A lógica das perdas nos Sistemas de Produção: uma análise crítica.** Anais do XIX ENANPAD, João Pessoa, 1995. 1 CD-ROM. p. 357-371.
- BARNES, R. M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho.** São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1986.
- BERNARDET, J. **O que é cinema.** São Paulo: Brasiliense, 2004.
- BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- BNDES, Banco Brasileiro de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relato sobre Estamparia Pesada.** Área de Operações Industriais 2. Gerência Setorial 2. Setembro de 1998. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/relato/stampa.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2006.
- BRIMSON, J. A. **Contabilidade por Atividades. Uma abordagem de custeio baseado em atividades.** São Paulo: Editora Atlas, 1996.
- BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de Custos e Formação de Preços.** São Paulo: Editora Atlas S.A., 2004.
- BURCHER, P.; DUPERNEX, S.; RELPH, G. **The road to lean repetitive batch manufacturing Modelling planning system performance.** International Journal of Operations & Production Management. Bradford: 1996. Vol. 16, Iss. 2; pg. 210.
- CONTADOR, J. C. **Campos de competição.** Revista de Administração. v.30, n.1, p.32-45, jan./mar. 1995.
- CONTADOR, J. C. **Armas da competição.** Revista de Administração. v.30, n.2, p.50-64, abr./jun. 1995.
- COONEY, R. **Is “lean” a universal production system? Batch production in the automotive industry.** International Journal of Operations & Production Management, Vol. 22 n° 10, 2002, pp. 1130-1147.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção.** Porto Alegre: Editora Artmed Editora, 2001.
- DURAN, O.; RADAELLI, L. **Metodologia ABC: implantação numa microempresa.** Gestão & Produção. v. 7, n. 2, ago. 2003.

FAGUNDES, P. R. M. **Sistemática para redução do tempo de *setup* na indústria moveleira**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção, 2002.

FIEDLER, K., J. E.; GALLETLY AND BICHENO, J. “**Expert Advice for JIT Implementation**”, International Journal of Operations & Production Management, 13, 6, 23-30, 1993.

FINEP, **Financiadora de Estudos e Projetos**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final/relatorio_setorial_final_impresao.asp?lst_setor=101>. Acesso em: 29 nov. 2006.

FINEP, **Financiadora de Estudos e Projetos**. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final/relatorio_setorial_final_impresao.asp?lst_setor=9>. Acesso em: 29 nov. 2006.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P.R.M. **Troca Rápida de Ferramentas: Proposta Metodológica e Estudo de Caso**. Gestão & Produção. v.10, n.2, p.163-181, ago. 2003.

FURLAN, J. D. **Como elaborar e implementar o planejamento estratégico de sistemas de informação**. São Paulo: Makron, 1991.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1999.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta. Um Processo de Aprimoramento Contínuo**. São Paulo: IMAM, 1992.

GOUBERGEN, D. V.; LANDEGHEM, H. V. **Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design**. Robotics and Computer Integrated Manufacturing 18 (2002) 205–214.

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

IEF, INSTITUTO DE ESTUDOS FINANCEIROS. **Artigo Redução de Custos**. Disponível em: <<http://www.ief.com.br/redcusto.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2005.

INDG – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO GERENCIAL. **Glossário**. Disponível em: <<http://www.indg.com.br/info/glossario/glossario.asp?a>>. Acesso em: 20 out. 2006.

JOHNSON, D. J. **A Framework for Reducing Manufacturing Throughput Time**. Journal of Manufacturing Systems. Vol. 22, Iss. 4; 2003, pp. 283-298.

KAPLAN, R. **Dos custos à performance**. HSM Management. 13 mar-abr 1999.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report # 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University. 75 p, 1992.

LAUGEN, B. T.; ACUR, N. and BOER, H.; FRICK, J. **Best manufacturing practices. What do the best-performing companies do?** International Journal of Operations & Production Management. Vol. 25 n° 2, 2005. pp. 131-150.

LEAN, **Institute Brasil**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 03 jun. 2006.

LOPES, M. C. **Modelo para Focalização da Produção com Células de Manufatura**. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, 1998.

MAJOR, M.; HOPPER, T. **Managers divided: Implementing ABC in Portuguese telecommunications company**. Management Accounting Research. Vol. 16 Issue 2, June 2005, Pages 205-229.

MAUAD, L. G. A.; PAMPLONA, E. de O. **ABC/ABM e BSC – Como essas ferramentas podem se tornar poderosas aliadas dos tomadores de decisão das empresas**. VIII Congresso Internacional de Custos. Punta Del Leste, Uruguay, 26 a 28 de novembro de 2003.

MILTENBURG, J. **U-shaped production lines: A review of theory and practice**. International Journal of Production Economics. Volume 70, Issue 3, 18 April 2001, Pages 201-214.

MIRZA, M. A.; MALSTROM E. M. **Required Setup Reductions in JIT Driven MRP Systems**, Computers and Industrial Engineering, 27, (1994)1-4, 221-224.

MONDEN, Y. **Produção sem estoques. Uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota**. São Paulo: IMAM, 1984.

MOXHAM, C.; GREATBANKS, R. **Prerequisites for the implementation of the SMED methodology. A study in textile processing environment**. International Journal of Quality & Reliability Management volume 18 Number 4 2001 pp. 404-414.

NAKAGAWA, M. **Gestão Estratégica de Custos**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.

NAKAGAWA, M. **ABC: custeio baseado em atividades**. São Paulo: Editora Atlas, 1994.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção. Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

OSTRENGA, M. R.; OZAN, T. R.; MCILHATTAN, R. D.; HARWOOD, M. D. **Guia Ernst & Young para a Gestão Total dos Custos**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1997.

PORTER, M. E. **What is Strategy?** Harvard Business Review. November-December 1996.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva. Criando e sustentando um desempenho superior.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva. Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência.** Rio de Janeiro: Editora Campus, 1986.

REKOM, Soluções para trocas rápidas. **Flexibilidade.** Disponível em: <<http://www.rekon.com.br/Flexibilidade2.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2006.

RENAI, Rede Nacional de Informações sobre o Investimento. **Informações gerais sobre a indústria automotiva no Brasil.** Disponível em: <<http://investimentos.desenvolvimento.gov.br/interna.asp?htm=conteudo/17.htm>>. Acesso em: 26 nov. 2006.

ROBSON, C. **Real World Research: A Resource for Social Scientists and practitioners.** Oxford: Blackwell: 1993.

SAE BRASIL. **Seminário Tendências na Indústria Automobilística.** São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.saebrasil.org.br/imprensa/pressrelease/exibe.asp?codigo=111>>. Acesso em: 27 set. 2006.

SANTOS, A. dos. **Application of flow principles in the production management of construction sites. PhD Thesis.** Salford, England: School of Construction and Property Management, 463 p. + app., 1999.

SÉRIO, C. D.; DUARTE, A. L. De C. M. **Competindo em Tempo e Flexibilidade.** Disponível em: <http://www.anpad.org.br/enanpad99_trabsel_ols.html>. Acesso em 12 nov. 2006.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre: Bookman, 2002.

SINDIPEÇAS. **Desempenho do Setor de Autopeças 2006.** Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.sindipecas.org.br>>. Acesso em: 02 out. 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

STRUMIELLO, L. D. P. **Proposta para o planejamento e controle da produção e custos para pequenas empresas do vestuário.** Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Florianópolis, 1999.

TURRA, F. A. **Aplicação da Gestão de Custos ABC na Implantação de Célula de Manufatura de *Drywall*.** Universidade Federal do Paraná, Dissertação de Mestrado em Construção Civil, Curitiba, 2002.

VIEIRA, V. A. **As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing.** Revista FAE, Curitiba, v.5, n.1, p.65-70, jan./abr. 2002.

WIKIPEDIA. **A Enciclopédia Livre.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Custeio_ABC>. Acesso em: 10 nov. 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, T. J. & ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo.** Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1992.

WOOD, T. JR. **Fordismo, Toyotismo e Volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido.** São Paulo: Revista de Administração de Empresas, 32(4): 6-18, set/out, 1992.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

7 APÊNDICE

APÊNDICE 01 – Questionário – Planejamento e controle da Produção (1/1).

Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Nome do Entrevistador:

Data:

Nome do Entrevistado:

Cargo:

- A empresa possui algum controle sobre tempos de *setup*? Caso positivo dar informações complementares.
- A Empresa possui uma equipe ou responsável pelas ações que venham e minimizar o tempo de *setup*?
- Para a programação da produção existe um tempo padrão de *setup* que é adotado? De que forma?
- A empresa considera o tempo de *setup* um gargalo na produção?
- A empresa produz ou necessita produzir uma grande variedade de itens?
- Está previsto nas compras de matéria-prima um percentual a maior como garantia de estoque devido aos longos tempos de *setup*?
- A empresa faz o seqüenciamento da produção?
- Produz-se a quantidade exclusivamente necessária para atender aos clientes?

APÊNDICE 02 – Roteiro para registro fotográfico (1/2).



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Observação: Ações antes de iniciar a captura de imagens:

Apresentar-se e explicar o que será feito e o motivo, às pessoas envolvidas, pedindo autorização às mesmas;

Verificar o grau de iluminação. Optar, sempre que possível, pela não utilização de *flash*. Se necessário o uso de *flash*, verificar se este não interferirá na realização da Operação;

Verificar fontes de luz que podem ofuscar a imagem, assim como reflexos que prejudiquem a imagem, inclusive oriundas do próprio *flash*;

Verificar a cada procedimento as necessárias e possíveis localizações e posições antes de executá-los (evitar ficar andando pela fábrica desnecessariamente).

Siglas utilizadas no APÊNDICE 02:

(PG) **Plano Geral** – mostra um grande espaço no qual as pessoas não podem ser identificadas;

(PC) **Plano de Conjunto** – mostra um grupo de pessoas que podem ser reconhecidas, num ambiente;

(PM) **Plano Médio** – enquadra o corpo inteiro das pessoas, com uma pequena faixa ao seu redor;

(PA) **Plano Americano** – corta a imagem das pessoas na altura da cintura ou da coxa;

(PP) **Primeiro Plano** – corta a imagem das pessoas no busto;

(PD) **Plano de Detalhe** – mostra alguma parte do corpo (exceto o rosto) ou algum detalhe de objetos.

Fonte: (BERNARDET, 2004)

APÊNDICE 02 – Roteiro para registro fotográfico (2/2).

Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Registro fotográfico do Processo:

capturar imagens em PG, com ângulo de 90° entre suas visadas (ou o mais próximo disto possível);

capturar em PC e com ângulos de 90° (ou o mais próximo disto possível) entre suas visadas imagens dos ambientes de produção que compõem o processo ou do posto de trabalho.

Registro fotográfico da Operação:

Capturar em PM, em PA ou PP, imagens dos operários durante a execução da operação, o número de imagens e o ângulo entre as visadas dependerá da operação, contudo deve-se obter imagens dos pontos chaves em vários ângulos.

Capturar em PD, imagens de máquinas, ferramentas, meios de transporte de matrizes, e outros dispositivos, em número necessário para melhor identificação destes e o ângulo entre as visadas dependerá do tipo de informação a ser registrada.

APÊNDICE 03 – Questionário – Controladoria (1/2).

Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

Nome do Entrevistador:

Data:

Nome do Entrevistado:

Cargo:

- Como é determinado o preço de venda do Produto Acabado ? Detalhar.
- A empresa efetua o controle de custos de produção? Como é feito? Detalhar.
- Qual o sistema de custos utilizado? Detalhar.
- Possui planilhas individualizadas?
- Além do custeamento para fins legais, a empresa tem um sistema de custos paralelo?
- Quais são os principais itens de custo?
- Como o custo é composto?
- Como é dividido o sistema de custos (diretos, indiretos, fixos, variáveis...)?
- Como são apropriados os custos indiretos?
- Utiliza o sistema de custeio ABC? Caso positivo detalhar.
- Como e quem utiliza as informações dos custos apurados?
- Há um custo-padrão estabelecido como base para o controle de custos ? Detalhar.
- Na implantação de um novo produto e/ou processo, são facilmente obtidos os seus custos?
- Através da informação dos custos, a empresa consegue detectar alguns desperdícios na produção?

APÊNDICE 03 – Questionário – Controladoria (2/2).

Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-Mec)

- Há o conhecimento da contribuição financeira de cada produto para a lucratividade da empresa?
- As informações fornecidas pelo sistema de custos atual são suficientes para determinar (com satisfatório nível de certeza) os custos dos produtos?
- Os preços praticados pela empresa estão no mesmo nível dos preços dos competidores?
- Os clientes demonstram-se satisfeitos com os preços da empresa? Havendo aumento, os clientes questionam? Mudam o comportamento de compra?
- O resultado é satisfatório? A empresa tem perdido ou perdeu clientes por causa de uma política de preços de venda não adequada?

Fonte: (Adaptado de STRUMIELLO, 1999)