

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

SÉRGIO EMÍLIO ANDRIONI FILHO  
RAMON RODOLFO DE SOUZA OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NO  
DESENVOLVIMENTO DE UM FORNECEDOR: UM ESTUDO DE CASO  
NO SETOR DE ESTAMPARIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2014

Sérgio Emílio Andrioni Filho

Ramon Rodolfo de Souza Oliveira

**APLICAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NO  
DESENVOLVIMENTO DE UM FORNECEDORE: UM ESTUDO DE  
CASO NO SETOR DE ESTAMPARIA**

Proposta de Projeto de Pesquisa apresentada à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Tiago Rodrigues Weller

Coorientador: Fábio Takeo Hirose

CURITIBA

2014

## TERMO DE ENCAMINHAMENTO

Venho, por meio deste termo, encaminhar para apresentação a Proposta do Projeto de Pesquisa “APLICAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES: UM ESTUDO DE CASO”, realizada pelo aluno(s) RAMON RODOLFO DE SOUZA OLIVEIRA E SÉRGIO EMÍLIO ANDRIONI FILHO, como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 1 do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Tiago Rodrigues Weller  
UTFPR – Damec

Coorientador: Fábio Takeo Hirose  
Engenheiro Mecânico – UTFPR

Curitiba, 21 de Março de 2014

## RESUMO

A globalização elevou os níveis de competição industrial, tornando necessária a busca contínua por melhorias, principalmente se puderem ser aplicadas a toda cadeia de fornecimento. A atual excelência em produção no setor automotivo exige a manutenção e revisão periódica dos processos produtivos, de forma a reduzir custos, aumentar a qualidade e melhorar o fluxo logístico. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo criar células piloto que abordarão casos específicos de melhorias nas áreas de *setup*, logística e células de autocontrole as quais servirão de modelo para outros processos dentro de uma empresa fornecedora da indústria automobilística e linha branca. Deve-se destacar que o objetivo geral não é realizar melhorias em toda a logística, qualidade ou *setups* do Fornecedor A, mas sim realizar trabalhos específicos em máquinas e processos onde a metodologia possa ser aplicada de forma mais simplificada e didática. Os trabalhos desenvolvidos baseiam-se na aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção para identificação de perdas. Em suma, este projeto visa fornecer um estudo prático das ferramentas desse sistema e mostrar como aplicá-las.

**Palavras-chave:** Sistema Toyota de Produção, Redução de Desperdícios, Competitividade, Melhorias nos Processos, Células Piloto.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da Implementação do STP na Empresa A.....	17
Figura 2 – Formação de Grupos Fornecedores Parceiros. ....	20
Figura 3 – A “Casa” do Sistema Toyota de Produção. ....	22
Figura 4 – Exemplo de Célula de Manufatura. ....	37
Figura 5 – Exemplo de Linha De Produção Nivelada. ....	39
Figura 6 – Componentes da Operação Padronizada. ....	41
Figura 7 – Foco do Trabalho. ....	44
Figura 8 – Fluxograma do item 51.....	55
Figura 9 – Fluxograma sobre <i>layout</i> na fábrica do item 51. ....	56
Figura 10 – Novo fluxograma sobre o <i>layout</i> do item 51. ....	57
Figura 11 – Novo fluxo do item 51.....	58
Figura 12 – Macro fluxo do Item 71.....	59
Figura 13 – Etapas do Processo do Item 71. ....	60
Figura 14 – <i>Layout</i> da planta e movimentações.....	61
Figura 15 – Matriz 3MU4M do Item 71.....	62
Figura 16 – Macro fluxo do processo com tempos do item 71. ....	63
Figura 18 – Unificação da OP20 e OP30. ....	70

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Exemplo de Controle Horário De Produção. ....	36
Fotografia 2 – Padronização de Fixação do Ferramental.....	54
Fotografia 3 – Fixação da Régua. ....	54
Fotografia 4 – Bancada item 51. ....	58
Fotografia 5 – Unificação da OP20 e OP30. ....	69

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Nivelamento Da Produção.....	38
Gráfico 2 – Análise do <i>Setup In</i> .....	51
Gráfico 3 – Tempo de <i>setup</i> .....	52
Gráfico 4 – Balanceamento.....	60
Gráfico 5 – Balanceamento após melhorias propostas.....	64
Gráfico 6 – Tempos Médios de <i>Setup</i> .....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fases no Relacionamento Entre Montadoras e Fornecedores. ....	13
Quadro 2 – Exemplo de Matriz 3MUx4M. ....	34
Quadro 3 – Matriz 3MUx4M .....	49
Quadro 4 – Separação de <i>Setup In</i> ou <i>Out</i> . ....	50
Quadro 5 – Proposta de Melhorias da Etapa 1. ....	52
Quadro 6 – Proposta de Melhorias da Etapa 2. ....	53
Quadro 7 – Matriz 3MUx4M item 51.....	56



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

3MU – *Muri, Mura, Muda.*

CHP – Controle Horário de Produção.

JIT – *Just in time.*

PDCA – *Plan Do Check Action.*

STP – Sistema Toyota de Produção.

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso.

TRF – Troca Rápida de Ferramenta.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1	Contexto do Tema	12
1.2	Caracterização do Problema	14
1.3	Objetivos	15
1.4	Justificativa	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
2.1	Empresa Compradora e Fornecedores	18
2.2	Sistemas Produtivos	20
2.2.1	O <i>Just In Time</i> – JIT	20
2.2.1.1	Técnicas e Práticas do JIT	20
2.2.2	Sistema Toyota de Produção	21
2.3	Melhorias no Fluxo Produtivo	23
2.4	As Sete Grandes Perdas	24
2.5	5S	25
2.5.1	<i>Seiri</i> : Senso de Utilização	26
2.5.2	<i>Seiton</i> : Senso de Arrumação	26
2.5.3	<i>Seiso</i> : Senso de Limpeza	27
2.5.4	<i>Seiketsu</i> : Senso de Higiene	27
2.5.5	<i>Shitsuke</i> : Senso de Disciplina	28
2.6	<i>Kanban</i>	28
2.7	<i>Kaizen</i>	29
2.8	Troca Rápida de Ferramentas – TRF	30
2.9	Cronoanálise	31
2.9.1	Classificação conforme o uso	32
2.9.2	Classificação conforme a forma de registrar as horas	32
2.10	3 MU's	33
2.11	<i>Layout</i>	34
2.12	Estoque	35
2.13	<i>Checklist</i>	35
2.14	Controle horário de produção – CHP	36
2.15	Células de Manufatura	37
2.16	Nivelamento de produção ( <i>Heijunka</i> )	38
2.17	Autonomação ( <i>Jidoka</i> )	39
2.18	Balanceamento da produção	40
2.19	Padronização de operações	41
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>43</b>
3.1	Aplicação da Metodologia	43
3.2	Justificativa da Metodologia	46
3.3	Produtos do Projeto	47
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO: ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO</b>	<b>48</b>
4.1	Grupo 1: <i>Setup</i>	48
4.1.1	Levantamento da Situação Inicial	48
4.1.2	Mapeamento dos Desperdícios e Aplicação dos Conceitos de STP	48
4.1.3	Proposta e Aplicação das Melhorias	51
4.1.3.1	Desenvolvimento da Etapa 1	52

4.1.3.2	Desenvolvimento da Etapa 2 .....	53
4.2	Grupo 2: Logística .....	55
4.2.1	Levantamento da Situação Inicial .....	55
4.2.2	Mapeamento dos Desperdícios e Aplicação dos Conceitos de STP .....	55
4.2.3	Proposta e Aplicação das Melhorias.....	57
4.3	Grupo 3: Célula de Manufatura .....	59
4.3.1	Levantamento da Situação Inicial .....	59
4.3.2	Mapeamento dos Desperdícios e Aplicação dos Conceitos de STP .....	62
4.3.3	Proposta e Aplicação das Melhorias.....	64
5	RESULTADOS.....	66
5.1	Resultados Grupo 1: <i>Setup</i> P-28 .....	66
5.2	Resultados Grupo 2: Logística Item 51 .....	68
5.3	Resultados Grupo 3: Célula de Manufatura Item 71 .....	69
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	71
	REFERÊNCIAS .....	73
	ANEXO A – GANHOS CONSOLIDADOS EM OUTROS FORNECEDORES NO ANO DE 2012.....	75
	ANEXO B – EXEMPLO DE FORMULÁRIO PREENCHIDO PARA TRABALHO COMBINADO .....	76
	ANEXO C – FORMULÁRIO PARA A CRONOANÁLISE .....	77
	ANEXO D – CRONOANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL.....	78
	ANEXO E – TRABALHO COMBINADO.....	79
	ANEXO F – INSTRUÇÃO DE TRABALHO: <i>SETUP</i> .....	80
	ANEXO G – CHECK LIST .....	81
	ANEXO H – CRONOANÁLISE APÓS MELHORIAS .....	82
	ANEXO I – CRONOANÁLISE DA OP10, OP20 E OP30 .....	83

# 1 INTRODUÇÃO

Dentro do atual cenário de exigência do mercado não há dúvidas de que a maior preocupação de uma empresa é ser competitiva no mercado. E para que essa competitividade seja alcançada é necessário não só que uma determinada indústria atinja os padrões exigidos, mas sim que toda a cadeia produtiva, incluindo fornecedores e subfornecedores, atenda tais padrões.

Segundo Ohno (1997), os valores sociais mudaram. Agora, não podemos vender nossos produtos a não ser que nos coloquemos dentro dos corações de nossos consumidores, cada um dos quais tem conceitos e gostos diferentes. Hoje, o mundo industrial foi forçado a dominar de verdade o sistema de produção múltiplo, em pequenas quantidades.

Segundo Campos (1992), dificilmente uma empresa pode ser competitiva de forma isolada. Para que se alcance tal competitividade, é necessário que as empresas consigam agregar o maior valor possível aos produtos, buscando ganhos de custo e qualidade.

À medida que as empresas crescem, mais é falado em parceria, pois o sucesso depende de toda a cadeia produtiva. O bom relacionamento com os fornecedores contribui para a criação de grupos mais envolvidos e dedicados a atender às solicitações dos clientes. Uma forma das organizações melhorarem seus rendimentos à longo prazo é conseguir tornar os fornecedores empresas mais estáveis através do mapeamento do fluxo de valor (WOMACK, *et al*, 1992).

Apesar de parecer repetitivo falar dos conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) e nos benefícios entre uma relação estreita entre fornecedor e cliente, tais conceitos ainda são novidade para muitas indústrias brasileiras, principalmente as de pequeno porte.

## 1.1 Contexto do Tema

O presente trabalho mostrará, através de um estudo de caso, a realização de um programa de desenvolvimento de fornecedores de uma indústria do setor automobilístico, a qual por efeito de simplificação passará a ser chamada agora

apenas de Empresa A, enquanto a empresa fornecedora passará a ser chamada de Fornecedor A. Como consequência espera-se não só ganhos de produtividade, mas também a formação de um fornecedor parceiro, que coopere para os ganhos de toda a cadeia produtiva.

De acordo com a Quadro 1 podem-se identificar quatro fases distintas no relacionamento entre montadoras e fornecedores. É interessante notar que o cooperativismo entre as empresas vem se fortalecendo desde a década de 90 (VANALLE, *et al*, 2011), mostrando que a tendência atual é de estabelecer um relacionamento de confiança e desenvolvimento mútuo.

	<i>1956-1961</i>	<i>Meados 60 - final 70</i>	<i>Final 70 - anos 80</i>	<i>Início anos 90</i>
<b>Grau de abertura do mercado</b>	Muito baixo. GEIA limitava importação para incentivar fornecedores.	Médio. Fornecedores sem controle sobre importações.	Baixo. Muitas importações bloqueadas ou atrasadas.	Alto. Tarifas reduzidas. Montadoras importam. Risco para produção doméstica.
<b>Relação Estado – Sindipecas</b>	Leis garantem alta nacionalização e supervisão estatal.	Fornecedores desprotegidos contra integração vertical. Montadoras jogam uns contra outros.	Formação de cartéis diante do controle estatal de preços. Resolução 69 inibe integração vertical das montadoras.	Fornecedores sem proteção. Montadoras definem preços internacionalmente.
<b>Resultado das relações fornecedor montadora</b>	Cooperativas. Montadoras assistem fornecedores.	Conflitivas. Relações baseadas em regras de mercado.	Cooperativas e conflitivas. Cartéis de fornecedores impõem relações de longo prazo. Pequenos e médios vivem regras de mercado.	Cooperativas e conflitivas. Pequeno número de fornecedores relacionam-se cooperativamente com fornecedores estrangeiros. Demais não atingem padrões internacionais.

#### **Quadro 1 – Fases no Relacionamento Entre Montadoras e Fornecedores.**

Fonte: [http://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0577.pdf](http://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0577.pdf)

O foco do trabalho foi a aplicação das ferramentas do Sistema Toyota de Produção. As ferramentas desse sistema serão utilizadas para a identificação de desperdícios através do mapeamento da situação atual e o planejamento da situação futura.

Muito se fala nos benefícios da aplicação dessa filosofia de sistema produtivo, no entanto para mostrar a sua real eficácia é necessária a correta aplicação de suas

ferramentas. Nesse contexto, este trabalho apresenta através de um estudo de caso, os passos utilizados para a aplicação correta desses conceitos e os resultados alcançados.

O projeto se insere em várias áreas da Engenharia Mecânica, passando por gestão de projetos, produção, processos e qualidade. Além das melhorias que serão propostas nestas áreas pode-se destacar como o principal ganho a mudança de cultura dos colaboradores participantes do programa, os quais futuramente serão os multiplicadores do conhecimento adquirido, criando assim uma mudança geral na filosofia da empresa.

## **1.2 Caracterização do Problema**

O Fornecedor A escolhido para o estudo de caso é uma empresa nacional, situada no estado de Santa Catarina e que fornece serviços de usinagem e estamparia para a indústria automobilística e para a indústria de linha branca. Entre seus clientes, pode-se citar grandes empresas como Brose, Valeo, Denso, Electrolux, entre outros.

Através de dados internos da Empresa A, verifica-se que o Fornecedor A foi um dos 5 maiores no ano de 2012, com um volume total de vendas superando os 10 milhões de reais anuais. Ao longo dos últimos anos este fornecedor teve um grande crescimento tanto em capital quanto em volume de itens produzidos, fornecendo atualmente 111 itens para Empresa A. Junto a esse grande crescimento surgiu a necessidade de mudanças para ganhar estabilidade e atender à demanda de seus clientes.

Ao contrário do Fornecedor A, a Empresa A é uma multinacional. Ela está entre as maiores indústrias fornecedoras do mundo, apresentando no ano de 2012 um volume de vendas girando em torno de 40 bilhões de dólares. Devido à sua dimensão, a cadeia de fornecedores mostra-se ser essencial, e por isso a importância da criação de projetos de parceria e desenvolvimento de fornecedores.

Os trabalhos de desenvolvimento do Fornecedor A foram iniciados em 2008 no setor de usinagem, apresentando ótimos resultados ao longo dos anos, trazendo grandes reduções de custo. Entre 2008 e os dias de hoje, o Fornecedor A

apresentou um grande crescimento e uma nova fábrica foi construída para alocar apenas o setor de estamparia. Os resultados obtidos no setor de usinagem mostraram a importância de um trabalho semelhante no setor de estamparia, e assim a Empresa A se dispôs a estender os trabalhos, uma vez que é de grande interesse por questões estratégicas e logísticas aumentar o volume de compras de itens estampados deste fornecedor assim que os preços estiverem competitivos.

### 1.3 Objetivos

O objetivo geral do presente trabalho é criar células piloto que apliquem os conceitos do Sistema Toyota de Produção no processo produtivo do Fornecedor A.

Objetivos específicos:

- Capacitar pessoas através de treinamento sobre os principais conceitos do Sistema Toyota de Produção, e como aplicá-los na prática de forma simplificada;
- Mapear as principais perdas no processo produtivo através da aplicação dos conceitos do STP.
- Aumentar a produtividade de processos piloto na área, através de ganhos de tempo nos processos como, por exemplo, redução de tempo de *setup* e eliminação de movimentação excessiva;
- Desenvolver processos pilotos em três áreas: *Setup*<sup>1</sup>, logística e células de autocontrole<sup>2</sup>;
- *Setup*: Reduzir o tempo de *setup* de uma prensa em no mínimo 50%, escolhida através da facilidade de aplicação da metodologia
- Logística: Reduzir o *Lead Time*<sup>3</sup> ou movimentação de um item ou grupo de itens que formem a mesma peça, em no mínimo 40%. O critério de escolha é idem ao *setup*;

---

<sup>1</sup> Setup: Atividades de troca (ferramenta, programa, equipamento) de um processo em execução até a inicialização de uma etapa seguinte do processo.

<sup>2</sup> Célula de Autocontrole: Agrupamento de uma ou mais máquinas interligadas pela produção de um item ou itens semelhantes.

<sup>3</sup> *Lead Time*: Período entre entrada do material até sua saída do inventário.

- Células de manufatura: Verificar a viabilidade de realizar a limpeza e/ou a verificação por parte da qualidade na saída de uma operação. Analisar a possibilidade de reduzir o número de refugos de um item, ou grupo de itens que formem a mesma peça. Fazer o estudo do balanceamento do processo e propor mudanças caso necessário. O critério de escolha é idem ao *setup*.

#### 1.4 Justificativa

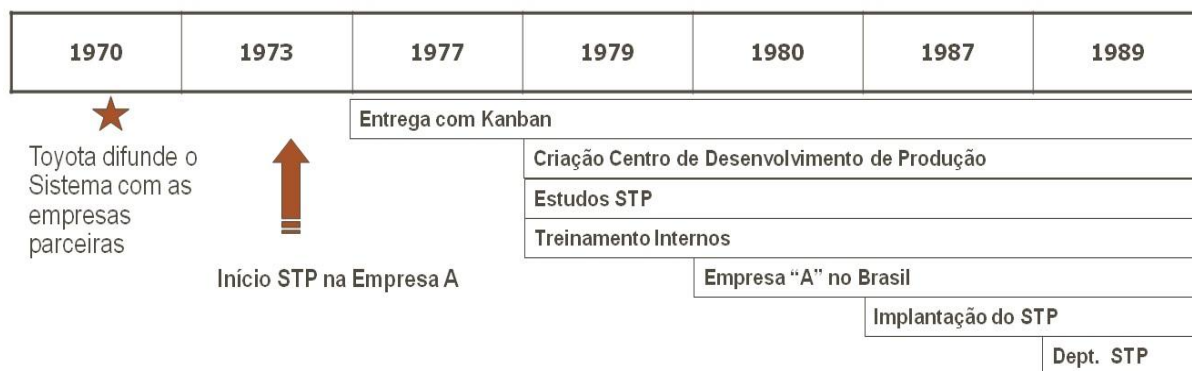
Para alcançar competitividade é necessário ter que adaptar-se a novas situações e estar sujeito a constantes mudanças. Neste sentido, conforme Tukul e Wasti (2001), a relação de parceria entre Empresa / Fornecedor é tida como um dos ingredientes para o sucesso de ambos.

Para construir uma indústria basta ter o capital suficiente, comprar os equipamentos instalar-se em um local. Mas o que diferencia uma empresa de outra? A resposta é simples: A capacidade produtiva dos colaboradores.

Analisando a situação da indústria nacional percebe-se um grande desconhecimento das técnicas do Sistema Toyota de Produção. Dessa forma, aplicar os conceitos desse sistema para a capacitação de colaboradores pode ser a chave para o aumento da competitividade de toda a cadeia produtiva, através do aumento de produtividade, redução do *lead time*, balanceamento de operações, entre outros.

A Empresa A possui um *know-how* no uso e implementação da metodologia STP dentro da sua cadeia produtiva. A Figura 1 mostra a evolução da implementação da metodologia ao longo dos anos.





**Figura 1 – Evolução da Implementação do STP na Empresa A.**

Fonte: Material interno Empresa A.

No ano de 1970 a Toyota difundiu o STP em empresas parceiras. Em 1973 a Empresa A iniciou a implantação desse sistema. A entrega com *Kanban* se iniciou no ano de 1977. Na sequência houve a criação do Centro de Desenvolvimento de Produção junto com estudos e treinamentos internos sobre STP em 1979. A criação da sede nacional da Empresa A no Brasil ocorreu no ano de 1980. Por sua vez, no ano de 1987 a sede nacional iniciou a implantação desse sistema e em 1989 foi criado o Departamento de STP. Através desses dados, pode-se evidenciar o *know-how* do uso da metodologia por parte da Empresa A.

Outro fato que dá credibilidade ao projeto são os resultados obtidos em trabalhos anteriores. O ANEXO A traz uma redução de custos de R\$ 768.089,87 no ano de 2012 com outros quatro fornecedores.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao final da Primeira Guerra Mundial, os Estados Unidos foram os líderes na produção. Esse período ficou conhecido como a era da produção em massa. Após a segunda Guerra Mundial os japoneses iniciaram o sistema de produção enxuta conhecido também como STP (NEUMANN, 2002).

O sistema de produção em massa apresenta perdas intrínsecas no processo. Esta estratégia não era aplicável as condições do mercado no Japão, que ao final da Segunda Grande Guerra, encontrava-se destruída. Apresentava problemas de infraestrutura, limitação de recursos, um país moralmente afetado.

Frente a realidade que o país se encontrava, pessoas com grande vontade disciplina conseguiram reerguer o Japão como potência mundial. Nesse cenário onde se buscava eliminar desperdícios, reduzir tempos e estoque, a filosofia STP foi criada dentro do setor automobilístico e até hoje é utilizada como uma referência em diversos sistemas de manufatura.

### 2.1 Empresa Compradora e Fornecedores

Para Campos (1992), o desenvolvimento dos fornecedores da empresa, para um novo tipo de relacionamento é uma tarefa de longo prazo, que exige paciência antes de tudo. Shingo (1996) afirma que a Toyota levou aproximadamente 20 anos para implementar o STP em suas fábricas e mais 10 anos para criar um sistema amplo que contemplasse a fábrica e fornecedores. Visando auxiliar esse desafio, Ishikawa (1985 apud Campos 1982), elaborou os “Dez princípios” do controle da qualidade para o relacionamento entre fornecedor e comprador, transcritos na sequência:

1 – Ambos, fornecedor e comprador tem responsabilidade pela aplicação do controle da qualidade, com entendimento e cooperação entre seus sistemas de controle da qualidade.

2 – Ambos devem ser mutuamente independentes e promover a independência do outro.

3 – O comprador é responsável por entregar informações e exigências claras e adequadas, de forma que o fornecedor saiba precisamente o que vai fabricar.

4 – Ambos antes de entrar nas negociações devem fazer um contrato racional com relação à qualidade, preço, termos de entrega e condições de pagamento.

5 – Fornecedor é responsável pela garantia da qualidade que dará satisfação ao comprador, sendo também responsável pela apresentação de dados necessários, quando solicitados por parte do comprador.

6 – Ambos devem decidir com antecedência sobre o método de avaliação, de vários itens, que seja admitido como satisfatório para ambas as partes.

7 – Ambos devem estabelecer um contrato que conste os sistemas e os procedimentos para atingir acordos amigáveis de disputa, sempre que problemas ocorram.

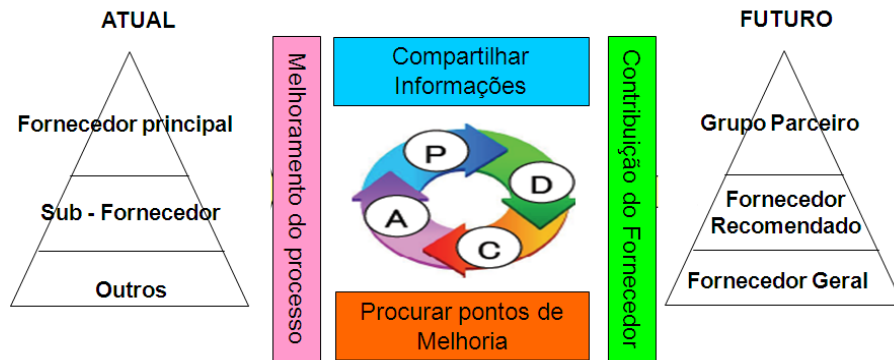
8 – Ambos levando em consideração a posição do outro, devem trocar informações necessárias à melhor condução do controle da qualidade.

9 – Ambos devem sempre conduzir de maneira eficaz as atividades de controle dos negócios tais como pedido, planejamento de produção e estoque, trabalho administrativo e sistema, de forma que o relacionamento se mantenha amigável e satisfatória.

10 – Ambos quando tratando de seus negócios, devem sempre levar em conta o interesse do consumidor.

Esses princípios visam substituir a abordagem tradicional de disputa de poder entre comprador e fornecedor, aliando conceitos de competitividade e integração da cadeia produtiva em busca da satisfação dos consumidores finais e o crescimento de todas as empresas integradas a cadeia (NEUMANN, 2002).

A Figura 2 ilustra o foco do trabalho. Escolhido o Fornecedor A, que está no topo da pirâmide, planeja-se atingir um grau de parceria através da aplicação das ferramentas do sistema e mapeamento dos pontos de melhoria. Além disso, o compartilhamento de informações e o método iterativo de gestão PDCA (*PLAN – DO CHECK – ACT*) são fundamentais para o controle do projeto.



**Figura 2 – Formação de Grupos Fornecedores Parceiros.**

Fonte: Material interno Empresa A.

## 2.2 Sistemas Produtivos

Na sequência será apresentado uma revisão teórica sobre *Just In Time*, Sistema Toyota de Produção, melhorias do fluxo produtivo, as sete grande perdas e outras ferramentas.

### 2.2.1 O *Just In Time* – JIT

O *Just In Time* – JIT pode ser visto como uma filosofia de manufatura, pois pode ser usada para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos (NEUMANN, 2002).

Segundo Shingo (1996) é uma estratégia que visa a produção sem estoques. O JIT é uma técnica de gestão que aparece como elemento do STP, que visa aumentar os lucros com a eliminação de despesas.

#### 2.2.1.1 Técnicas e Práticas do JIT

Na parte de planejamento pode se citar o controle de produção, o controle por meio do *Kanban*<sup>4</sup>, os modelos mesclados, a sincronização da produção e programação nivelada (SLACK, *et al*,1997).

Para Neumann (2002), as práticas de trabalho do JIT são: autonomia para paradas de linha, flexibilidade, disciplina, igualdade, autonomia para programar os

<sup>4</sup>*Kanban*: Sistema de controle de produção de forma visual.

materiais, autonomia para resolver problemas, desenvolvimento pessoal, qualidade de vida e criatividade.

### **2.2.2 Sistema Toyota de Produção**

O STP é um sistema que combina princípios e técnicas da Qualidade Total, cultura japonesa e administração científica. Sistema Toyota de Produção surgiu no Japão pela família Toyoda. Seu início se deu em meados de em 1910 após a viagem de Sakichi Toyoda aos Estados Unidos. A crença de que a indústria automobilística se tornaria um dos principais setores da indústria mundial, como decorrência desse fato a Toyoda Automatic Loom Works, que na época era uma grande fabricante de equipamentos e máquinas têxteis pertencentes à família Toyoda fundou em 1937 a Toyota Motor Co. O nascimento dessa ideia se fundamentou com a visita de seu filho Kiichiro Toyoda em 1929 às fabricas da Ford. Em 1942, a Toyoda Spinning & Weaving, empresa do ramo têxtil, fundada por Toyoda Sakichi (o pai da Toyota), foi dissolvida e, um ano depois, em 1943, Taiichi Ohno, que era o principal executivo, foi transferido para a Toyota Motor Company (Ohno, 1997).

Após o fim da Segunda Grande Guerra, as pessoas não imaginavam que ao número de carros produzidos iria chegar ao patamar atual. Nas décadas anteriores o modo de produção americano conseguiu baixar os custos de produção, produzindo carros em massa. Porém a realidade japonesa exigia corte de custos, e ao mesmo tempo produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros (Ohno, 1997).

Shingo (2000) aborda que a consistência da STP resulta da excelência operacional, parte baseada nos métodos de melhoria da qualidade e ferramentas: *Kaizen*<sup>5</sup>, nivelamento de produção entre outros. Este autor aborda ainda que o contínuo sucesso das Toyota não se origina de “armas secretas”, mas sim de uma filosofia empresarial que busca a compreensão das pessoas e da motivação humana, e essencialmente, da sua habilidade de cultivar liderança, equipes e cultura para criar estratégias, construir relacionamentos com fornecedores e manter uma organização de aprendizado.

---

<sup>5</sup> *Kaizen*: Palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua e gradual.

Eliminando o desperdício, a produtividade deveria se duplicar. Foi esta a ideia que marcou o início do Sistema Toyota de Produção. Os dois pilares (Figura 3) que sustentam o sistema são: Just in time e automação, ou automação com toque humano (OHNO, 1997).



**Figura 3 – A “Casa” do Sistema Toyota de Produção.**

Fonte: <http://davidkond.wordpress.com/2010/06/28/casastp>.

Segundo Ohno (1988) existe uma relação entre as ferramentas do STP e seu efeito na competitividade industrial: desempenho na melhoria de objetivos, na produtividade e no controle operacional, destacando-se o Método de Solução de Problema, a Instrução de Trabalho, os 5S e a Troca Rápida de Ferramenta.

Liker (2007) apresenta quatorze princípios que constituem o modelo Toyota:

1. Filosofia de longo prazo, onde as decisões administrativas são baseadas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo;
2. Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona;
3. Usar sistemas puxados para evitar superprodução;
4. Nivelar a carga de trabalho;
5. Construir uma cultura de parar e resolver problemas, obtendo a qualidade logo na primeira tentativa;

6. Tarefas padronizadas é a base para a melhoria contínua e a capacitação dos funcionários;
7. Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto;
8. Usar tecnologia confiável e completamente testada que atenda aos funcionários e processos;
9. Desenvolver líderes que compreendam completamente o trabalho, que vivam a filosofia e ensinem os outros;
10. Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia e ensinem os outros;
11. Respeitar sua rede de parceiros e fornecedores desafiando-os e ajudando-os a melhorar;
12. Ver por si mesmo para compreender completamente a situação;
13. Tomar as decisões lentamente por consenso, considerando completamente todas as decisões, implementá-las com rapidez;
14. Tornar-se uma organização de aprendizagem por meio de reflexão incansável e da melhoria contínua (*Kaizen*).

### **2.3 Melhorias no Fluxo Produtivo**

Segundo Antunes (1998), para se identificar e eliminar perdas no processo produtivo deve-se ter como base quatro princípios básicos:

1º Avaliação de perdas e técnicas empregadas – identificar quais perdas e técnicas serão mantidas, eliminadas ou geradas.

2º Capacitação teórica de pessoas envolvidas.

3º Aumento do número de perspectivas a partir dos quais os processos são observados.

4º Após qualquer alteração no sistema produtivo, reavaliar o sistema produtivo como um todo.

Para Shingo (1996), perdas são todas as atividades que geram custo e não agregam valor ao produto. A origem dessas perdas possui sete grandes grupos

chamados de “Sete Grandes Perdas” e a eliminação dessas perdas são extremamente importantes para a obtenção de diversos ganhos.

#### **2.4 As Sete Grandes Perdas**

Segundo Neumann (2002) a superprodução é o primeiro desperdício a ser atacado, pois ela mascara outras perdas. Duas são as condições da superprodução: a primeira é quando se produz para repor refugos e a outra, quando se produz de forma antecipação, visando gerar estoque. Visando reduzir e eliminar as perdas, ações recomendadas são: reduzir o estoque em processo, através de nivelamento e sincronização da produção, mudanças de layout de forma a possibilitar a produção de pequenos lotes ou o fluxo unitário de peças e melhorias no *setup* da operação (Neumann, 2002).

Os tempos de espera de trabalhadores e/ou máquinas geralmente podem estar associadas a falta de sincronização da produção, tempos elevados de *setup* e quebras (falhas) imprevistas fazendo uso da Troca Rápida de Ferramentas – TRF, *Kanban* e a Manutenção Produtiva Total (TPM).

O transporte também gerar perdas, pois não agregam valor ao produto e geram custos. Deve-se eliminar ao máximo o transporte. Sobre outros aspectos, alterações no *layout* produtivo também devem ser levados em consideração, para que em seguida melhorias drásticas como automação de atividades e de transporte remanescente sejam executados (NEUMANN, 2002).

Os processos agregam valor ao constituem perdas. A eliminação destes processos passa pela racionalização e otimização das tarefas do processo. Para isso, são empregadas técnicas de análise visando definir o melhor método para produzir um produto determinado. Técnicas de engenharia também apresentam boas soluções quais produtos devem ser produzidos.

Perdas por estoque são consideráveis, pois o material em estoque significa capital parado. Ações como nivelamento das quantidades, sincronização da produção e redução de tempos de *setup* também permitem a redução desta perda.



Em relação a perdas por movimentação, estes ocorrem quando o trabalhador executa movimentos desnecessários. Para atacar essa perda uma saída é melhorar o método de trabalho e como segunda etapa, mecanizar equipamentos.

Ao produzir produtos com defeitos, soluções como dispositivos a prova de falhas (*poka-yoke*<sup>6</sup>) e os sistemas de inspeção (sucessiva, autoinspeção e inspeção na fonte) são alternativas para eliminar este desperdício.

Segundo Antunes (1998), as sete perdas podem ainda ser somadas a outros tipos de falhas: má utilização de recursos energéticos, as perdas que causam danos ao meio ambiente, quebras de maquinário e condições ergonômicas do posto de trabalho.

## 2.5 5S

Segundo Osada(1992) o método 5S é um projeto constituído de cinco fases sequenciais bem definidas e cíclicas, que são complementares. O nome “5S” vem de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra “S”, são elas: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

A origem do método teve sua origem na década de 50 no Japão, concebido por Kaoro Ishikawa, com o objetivo de reerguer a economia japonesa e combater a sujeira e a desorganização nas entidades japonesas após a Segunda Grande Guerra. Sua prática se estendeu as empresas com a possibilidade de mudanças graças a conscientização de pessoas em relação a alguns aspectos do trabalho.

Ainda Segundo Osada (1992) o programa 5S é um pré-requisito para qualquer outro programa de Gestão da Qualidade Total. A prática do método leva a mudanças comportamentais que gera uma disposição mental para a prática comportamental mais abrangente.

No Brasil as primeiras intenções de implementação surgiram na década de 80, onde as pioneiras foram montadoras de automóveis e equipamentos eletrônicos. Mas somente em 1990 o método ganhou maior adesão com a introdução formal dos conceitos, pela Fundação Christiano Ottoni liderada por Vicente Falconi. Com isso a

---

<sup>6</sup> *Poka-Yoke*: Dispositivo a prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação.

aplicação do método se tornou comum até mesmo em empresas pequenas, escolas, prefeituras e até mesmo em residências (OSADA, 1992).

### **2.5.1 Seiri: Senso de Utilização**

Segundo Neumann (2002), o *Seiri* fundamenta-se na seleção e/ou separação de objetos necessários e desnecessários, resultando no descarte para os itens desnecessários. Tudo que for considerado desnecessário ao exercício da atividade deve ser descartado do ambiente de trabalho para que não possa atrapalhar.

Algumas vantagens podem ser listadas na implementação do método:

- Melhor segurança no ambiente de trabalho;
- Redução das necessidades de estoques, armazenamentos, transporte e seguros;
- Aumento de produtividade das máquinas e pessoas envolvidas;
- Facilidade no transporte interno, no arranjo físico, no controle de produção e na execução do trabalho no tempo previsto (OSADA, 1992).

### **2.5.2 Seiton: Senso de Arrumação**

Segundo Imai (1994), a sistemática de armazenamento de objetos deve ser aperfeiçoada, de modo que só seja possível coloca-los no lugar definido e de forma funcional, dispondo recursos eficientemente e eficazmente, facilitando o fluxo de pessoas, materiais e informações.

As vantagens obtidas por este senso são:

- Facilidade no controle de documentos, fluxo de informações e transporte interno;
- Menor tempo de busca de objetos e informações;
- Aumento da produtividade;
- Melhor disposição de móveis e equipamentos;
- Facilidade na limpeza do local de trabalho (OSADA, 1992);

### **2.5.3 Seiso: Senso de Limpeza**

Para Osada (1992) esse senso tem como objetivo não só limpar, mas também eliminar fontes de sujeira do ambiente e nos equipamentos. Ao checar as máquinas, se verifica suas condições e o estado.

Segundo Andrade (2002), ao identificar e eliminar fontes de sujeira, pode se consolidar uma melhoria no ambiente, facilitando a atuação e o trabalho das pessoas envolvidas.

As vantagens obtidas pela implementação deste senso afetam tanto o desempenho dos funcionários quanto o produto. As principais vantagens são:

- Maior satisfação do funcionário dentro do seu ambiente de trabalho.
- Boa imagem de empresa, aumentando a confiabilidade da empresa;
- Maior produtividade das pessoas, máquinas e materiais evitando retrabalho e desperdício;
- Redução nas chances de causar perdas e danos de materiais e produtos.

### **2.5.4 Seiketsu: Senso de Higiene**

Este senso para Osada (1992) tem grande influência na saúde do colaborador, preocupando-se com a manutenção do ambiente de trabalho, elevando a autoestima, ao melhorar a saúde nos níveis físico, mental e emocional.

Este senso só pode ser alcançado e consolidado com o cumprimento dos outros três sentidos (utilização, arrumação e limpeza) e nele deve se estabelecer padrões mínimos de higiene. É imprescindível manter boas condições sanitárias em ambientes comuns, zelar pela higiene pessoal.

Para a manutenção desse senso é importante elaborar instruções dos tipos de atividades, o método, frequência e quem as desenvolvem. Com o passar do tempo as normas podem ser aprimoradas, gerando ambientes cada vez mais limpos (IMAI, 1994).

Algumas vantagens na implementação deste senso:

- Melhoria na saúde de funcionários e elevação do nível de satisfação com o trabalho;
- Prevenção e redução de acidentes e doenças;
- Melhoria da imagem da empresa internamente e externamente (IMAI, 1994).

### **2.5.5 Shitsuke: Senso de Disciplina**

Este senso visa a manutenção de todos os outros sentidos de forma a torná-los habituais e assim garantir a manutenção de padrões alcançados Osada (1992). Este senso é o cumprimento rigoroso do que foi determinado entre o grupo em questão, e seu cumprimento é uma forma de medir a disciplina existente no ambiente.

Para Osada (1992) este é o senso mais difícil de ser implementado, pois envolve mudança de comportamento e como o homem é resistente a mudanças, torna-se difícil a mudança da cultura da organização.

Para Osada (1992) a disciplina cobrada gera vantagens como:

- Cumprimento de procedimentos;
- Melhoria e recuperação do ambiente e das relações pessoais;
- Eliminação do controle autoritário;
- Crescimento pessoal e profissional por parte dos envolvidos.

## **2.6 Kanban**

Taiichi Ohno observou que o sistema de produção da implantado por Henry Ford era eficiente na redução de custos unitários durante um período de crescimento econômico. Porém para períodos de baixo crescimento o sistema não estava bem equipado. Segundo Ohno (1996) tudo que existe além da quantidade mínima de materiais, peças, equipamentos e operários é uma perda, portanto só eleva os custos do sistema produtivo. Quando os problemas ocorrem é necessário identificar e eliminar as causas e corrigir.

O *Kanban* surgiu na Toyota visando eliminar o desperdício controlando o fluxo do processo. As diferentes atividades usadas no método *Kanban* são:

1 – Um sistema de melhoria de produtividade por meio de mudança de equipamentos, métodos de trabalho e práticas de movimentação de material que usa o sistema de controle de material por cartões (*Kanbans*) para identificar áreas com problemas e avaliar os resultados.

2 – Um sistema de controle de fluxo à nível de fábrica (*Kanban* interno) e que pode ser estendido ao controle de material distribuído ou recebido de fornecedores (*Kanban* externo).

O sistema *Kanban* é um instrumento de controle de produção que tem a função de pedido de produção no setor de fabricação e a função de instruções de retirada no processo subsequente.

## **2.7 Kaizen**

Segundo Imai (1994) a abordagem do sistema *Kaizen* foi criada diretamente para trabalhar com custos. No entanto, *Kaizen* é um conceito que pode ser aplicado de forma abrangente, para diversas situações, tanto desde a vida pessoal, até a meta de melhorar o desempenho no ramo comercial.

Supondo uma empresa que apresenta produtos que não se apresentem lucrativos, para cada um desses produtos é definida uma estratégia visando a redução de custos específica para que as metas do custo sejam alcançadas. Para isso são formadas comissões de custo específicas por modelo. Podem também ser formadas comissões de custo específicas por unidade, que planejam e formam o custo para peças ou submontagens determinadas.

Como empresas produzem uma série de produtos ao mesmo tempo é necessário avaliar cada produto de forma diferente visando sua lucratividade. Também deve se considerar a possibilidade de mudanças nos modelos e até a criação de produtos novos.

A análise de variância *Kaizen* aborda o cálculo e a variância do custo *Kaizen* interperíodos para que se possa analisar qual foi a variação e compará-las com períodos anteriores. Esta análise verifica a variação do desempenho de determinado departamento pela análise da taxa operacional.

Algumas etapas que seguem os procedimentos de análise de variação *Kaizen* são:

1 – O cálculo da variação de custo mensal: É um cálculo que utiliza dados atuais dos produtos fabricados, dados do custo padrão e o valor real do produto (no período de um mês). Com esses dados, é definido qual foi o resultado do mês corrente, e o mesmo é comparado com o valor a ser alcançado.

2 – Relatório e avaliação dos resultados do custo mensal e cumulativo: Cada departamento faz as análises e avalia os resultados mensais da etapa do período anterior tendo como parâmetro a variação do custo, mesmo que os resultados sejam positivos em relação ao mês corrente, eles não são necessariamente satisfatórios, somente o serão quando atingirem o custo-meta.

## **2.8 Troca Rápida de Ferramentas – TRF**

O Sistema Troca Rápida de Ferramentas (TRF), foi desenvolvido na década de 50 por Shigeo Shingo por meio de experiências e estudo de casos de melhorias de eficiência em plantas da Mazda e da Toyo Kogyo em Hiroshima (Shingo, 2000). A base do sistema TRF foi criada a partir da busca da eliminação de gargalos causados por grandes prensas de estampagem que não trabalhavam na sua capacidade total.

Ainda segundo Shingo (2000), para gerentes industriais é um grande desafio a produção diversificada com baixo volume. Os grandes problemas podem ser divididos em três categorias: pedidos únicos, especiais e regulares.

Pedidos únicos e especiais segundo Shingo (2000) sempre requerem preparações e *setups* especiais. Já para pedidos regulares, mesmo que cada pedido seja pequeno, o número de *setups* pode ser reduzido combinando diversos lotes em poucos lotes. No entanto esta solução gera perdas por produzir muito, de forma antecipada.

Shingo (2000) divide o a TRF de duas formas: *setup* interno e externo.

- *Setup in* (TPI – Tempo de Preparação Interno), montagem ou remoção de componentes apenas quando o equipamento estiver parado.

- *Setup out* (TPE – Tempo de Preparação Externo) , operações que podem ser executadas antes da parada da máquina, por exemplo, separação e verificação de peças ferramentas, peças que serão montadas na sequência.

Para Shingo (2000) divide em três os estágios de implementação da TRF:

- Separar *setup in* e *out*: O preparo de componentes não deve ser feito quando a máquina estiver parada. Controlar essa separação é a primeira etapa de implementação da TRF.
- Converter *setup in* em *out* : Isso pode ser feito reexaminando o processo e identificando passos que foram feitos de maneira interna quando poderiam ser feitos de maneira externa. A segunda etapa é encontrar meios de inserir essas etapas internas nas etapas externas.
- Racionalizar todos os aspectos de operações de *setup*: É necessário uma análise detalhada de cada elemento da operação. O segundo e o terceiro estágio de implementação podem ser feitos simultaneamente. Shingo (2000) as separou visando tornar mais didática: análise e implementação.

## 2.9 Cronoanálise

A cronoanálise é uma ferramenta que permite a o detalhamento das atividades realizadas através da listagem de todas etapas e de seus respectivos tempos (EMPRESA A, 2009).

Suas principais finalidades são:

- Instrumento básico para a padronização (determinar o tempo padrão do processo);
- Fazer o levantamento da situação atual e detectar problemas (repetitivos ou ocasionais);
- Checar quantitativamente o efeito obtido após o *Kaizen*, através dos ganhos;
- Medir o desempenho do operador e as dificuldades do processo;
- Servir como base para o balanceamento dos processos.

Existem dois tipos diferentes de classificação em relação a tempos: Classificação conforme o uso e classificação conforme a forma de registrar as horas.

### **2.9.1 Classificação conforme o uso**

De acordo com o uso podemos ter três critérios de classificação dos tempos (EMPRESA A, 2009):

- Análise minuciosa de movimentos (aplicada para analisar trabalhos repetitivos onde os tempos são extremamente curtos, geralmente utilizando filmagens e análises em sala de aula);
- Observação contínua (aplicada para medir o movimento executado em um longo período de tempo. O processo pode ser repetitivo ou que tenha pouca frequência de repetições);
- Análise do processo (aplicada para observar movimentos realizados em curtos espaços de tempos, com grande frequência de repetições e regularidade).

### **2.9.2 Classificação conforme a forma de registrar as horas**

De acordo com a forma de classificar as horas existem dois critérios de classificação de tempos (EMPRESA A, 2009).

Análise com uso de cronômetro (utilizada para observar movimentos dos processos através de uma observação contínua).

Análise em vídeo: Utilizada para analisar os processos executados em ciclo, onde o tempo é extremamente curto e existe grande frequência de repetições, para análise minuciosa do processo. É aplicado principalmente nas análises de movimentos minuciosos. A possibilidade de gravar o trabalho em uma fita e assisti-lo posteriormente, significa que pode ser aplicado também em trabalhos pouco frequentes ou em movimentos executados em um longo período de tempo.

Basicamente, as etapas para a tomada de tempos são:

- 1 – Certificar-se de que produto e pessoa não mudarão no decorrer da análise;
- 2 – Saber que tipo de trabalho está sendo realizado, o processo e o grau de dificuldade;
- 3 – Fixar a sequência de trabalho caso não seja contínua (cíclica);



- 4 – Medir o tempo de 1 ciclo;
- 5 – Observar quais são as operações existentes em 1 ciclo;
- 6 – Anotar estas operações no formulário;
- 7 – Medir o tempo das operações com o cronômetro
- 8 – Escrever os tempos do cronômetro no formulário.

Após feita a cronometragem pode-se utilizar o formulário de trabalho combinado, conforme ANEXO B, para mostrar graficamente os tempos levados em cada operação. Esta ferramenta é interessante, pois possibilita uma análise visual dos tempos, facilitando a identificação de problemas.

### 2.10 3 MU's

A abordagem do STP se dá sobre a identificação e redução dos desperdícios sobre os três MU's: *Muri*, *Mura* e *Muda*. Esses termos, que são de origem japonesa possuem cada um significados específicos em relação às perdas do processo produtivo (EMPRESA A, 2009)..

- *Muri* (sobrecarga): É a quantidade produzida além do necessário.
- *Mura* (inconsistência ou variação): Desnívelamento produtivo, tendo como resultado uma produtividade excessiva ou insuficiente em relação ao volume programado
- *Muda* (desperdício): Capacidade produtiva afetada por desperdícios de tempo e operações.

Podemos relacionar os três MU's com os 4M (máquina, método, mão de obra e material) através do Quadro 2, a qual facilita a identificação dos principais problemas. Com o preenchimento da tabela com os tipos de perdas fica evidenciado visualmente onde estão os principais desperdícios.

3MU \ 4M	MÁQUINA	MÉTODO	MO	MATERIAL
MURI (SOBRECARGA)	X		X	
MURA (VARIAÇÃO)		X		
MUDA (DESPERDÍCIO)			X	X

**Quadro 2 – Exemplo de Matriz 3MUx4M.**

Fonte: Material interno Empresa A.

### 2.11 Layout

Pode ser definido como a configuração da instalação que estabelece a relação física entre as várias atividades. O *layout* pode ser o arranjo ou rearranjo até obter-se a disposição mais adequada para o fluxo dos processos. Pode parecer simples, mas um erro no planejamento do layout inicial pode causar vários problemas como a necessidade de demolição de paredes, rearranjo de máquinas, movimentação desnecessária entre outros.

Um bom *Layout* Interno proporciona:

- Segurança: demarcações de passagens, isolamentos de operações perigosas;
- Minimiza distâncias: deslocamentos menores com ganho de tempo;
- Conforto para operadores: evitar fatores físico-ambientais ruídos, iluminação, vibrações, temperatura;
- Facilidade de coordenação
- Facilidade de acesso às operações e máquinas
- Otimização e melhora no uso do espaço

Portanto, com um *layout* adequado consegue-se atender ao pedido do cliente com eficiência (JÚNIOR, *et al*, 2009).

## 2.12 Estoque

A correta armazenagem de materiais necessita de um bom planejamento, já que condições impróprias de armazenagem geram desperdícios, devido à dificuldade de acesso, controle do estoque entre outros. A operação de armazenar não agrega valor algum ao produto, mas sim aumenta o seu custo. Por isso, necessita-se de um sistema eficaz de armazenagem para que o custo seja o menor possível.

Armazenar refere-se à estocagem aliada a uma série de funções voltadas para a movimentação, tais como consolidar, separar, classificar e preparar as mercadorias para despacho.

Pode-se ainda definir estoques como sendo os produtos (intermediários ou inacabados) e mercadorias entre outros itens, que estão na posse de uma empresa.

As mesmas razões que levaram ao conceito do desperdício pela superprodução também levaram à ideia de que o estoque é a representação de que a empresa ou sistema não consiga produzir lotes pequenos, efetuar a TRF (*setup* otimizado) e não tenha um fluxo padronizado (JÚNIOR, *et al*, 2009).

Um dos objetivos do STP é a redução de estoques para o menor nível possível, melhorando a lucratividade com a eliminação de perdas de estocagem, aumenta o capital de giro da empresa e principalmente facilita a visualização dos problemas.

## 2.13 Checklist

Uma *checklist* é uma lista de verificação que varia conforme o setor no qual é utilizada. Pode ser elaborada para verificar as atividades já efetuadas e a ainda a serem feitas. Neste documento é detalhado todas as atividades essenciais e o seu sequenciamento para o correto desenvolvimento do processo (EMPRESA A, 2009).

É utilizado para definir atividades de longo, médio e curto prazo, relacionadas ao encaminhamento de um projeto. O *checklist* deve ser resumido, não deve ser redigida como relatório, deve ir diretamente a cada ponto pertencente a um processo em questão.

## 2.14 Controle horário de produção – CHP

O CHP é um método que ajuda a controlar a produtividade do operador/máquina através da verificação hora a hora da produção. Utiliza-se formulários ou quadro indicativos que indicam a meta de produção, a quantidade fabricada durante o período e as justificativas para indicar o porquê a meta não foi atingida (EMPRESA A, 2009)..

Pode ser aplicado através de formulários ou quadros indicativos colocados ao lado das máquinas, como por exemplo Fotografia 1. Seus dois maiores objetivos são mostrar de forma visual se a meta de produção está sendo atingida, caso não esteja ele indicará o motivo, o qual poderá ser resolvido de imediato ao invés de esperar a produção de um dia inteiro.

CONTROLE HORÁRIO DE PRODUÇÃO						
SETOR: <u>66</u>		DATA: <u>25 / 06 / 2013</u>				
ITEM: <u>227 0110</u>		1º TURNO				
LÍDER RESPONSÁVEL: <u>Anderson</u>		PRODUÇÃO PREVISTA POR HORA: <u>12/43</u>				
HORÁRIOS	META	REALIZADO	ACUMULADO	OBSERVAÇÃO	TEMPO	VISTO
05:00 - 06:00	17143	10386	10386	45 GOLPES		
06:00 - 07:00	17143	12324	22710	FALHA DE BOBINA 45 GOLPES	0:15	
07:00 - 08:00	17143	12186	34896	BOBINA 45 GOLPES	0:10	
08:00 - 09:00	17143	13170	48066	BOBINA 45 GOLPES	0:09	
09:00 - 10:00	8571	7350	55416	BOBINA 45 GOLPES	0:05	
10:00 - 11:00	17143	6966	62332	FALHA DE PROGRAMAÇÃO	0:30	
11:00 - 12:00	17143	—	—	—	—	
12:00 - 13:00	—	—	—	EMULHADORA SATUR 223023P MANUTENÇÃO SEUS LIBERAÇÃO	0:30 0:30 0:25	
13:00 - 14:18	5272	2885	7118			
ITEM: <u>227 0268</u>		2º TURNO				
LÍDER RESPONSÁVEL: <u>Anderson</u>		PRODUÇÃO PREVISTA POR HORA: <u>4071</u>				
HORÁRIOS	META	REALIZADO	ACUMULADO	OBSERVAÇÃO	TEMPO	VISTO
14:19 - 15:00	3211					

Fotografia 1 – Exemplo de Controle Horário De Produção.

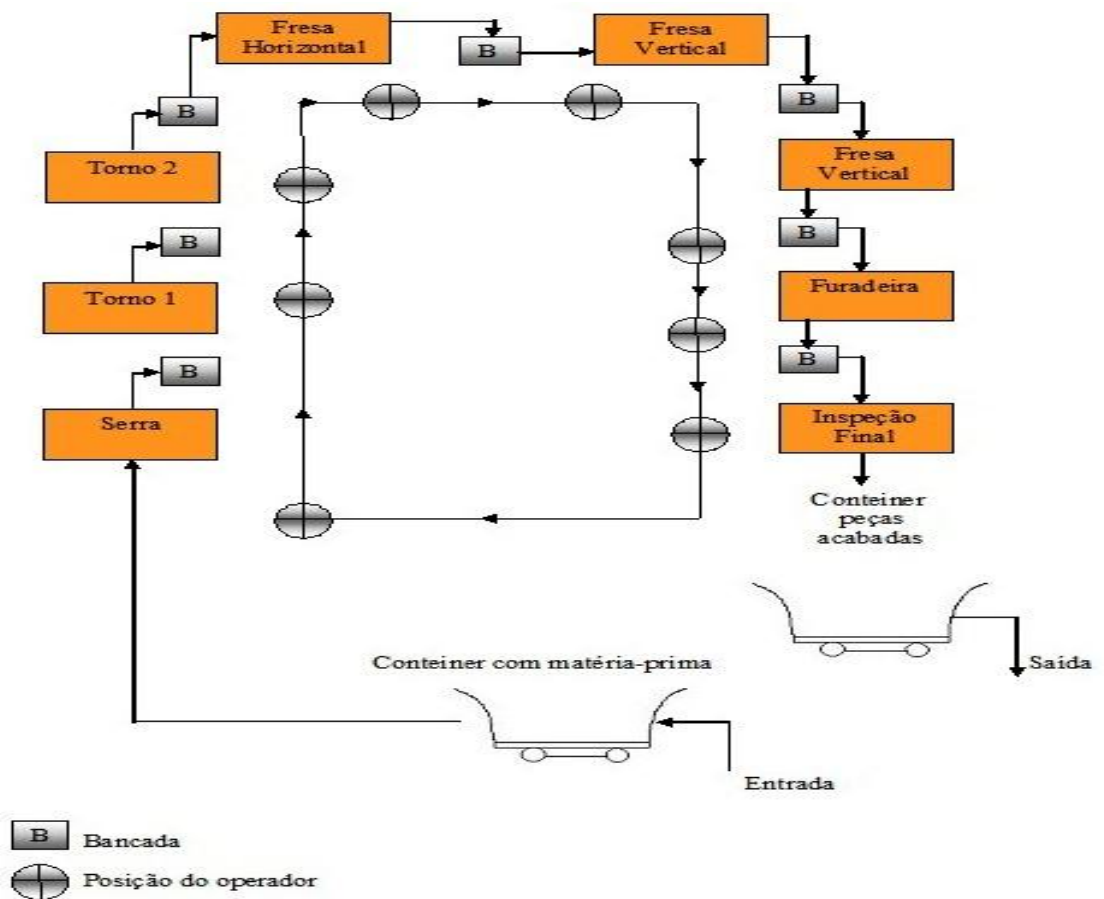
Fonte: Material interno Fornecedor A.

Existem colunas indicando o horário da produção, a meta, quantas peças foram produzidas, o total acumulado, e a observação quando necessário de detalhes ocorridos no intervalo de tempo. Quando a quantidade de itens fabricados está escrito em vermelho significa que está abaixo da meta, e a justificativa deve ser colocada nas observações.

## 2.15 Células de Manufatura

Célula de manufatura é o nome moderno dado à uma célula de trabalho. A clássica divisão por funções hoje se vê substituída por este conceito, que são áreas com tamanhos e formas diferentes, dedicadas à fabricação de um produto ou família de produtos que possuam o processo de fabricação parecido.

Existe um determinado número de postos de trabalhos, organizados de forma que os operadores fiquem próximos uns dos outros, formando uma equipe (Figura 4). A organização é feita de tal forma que os produtos possam ser fabricados integralmente dentro desse espaço e com a mínima movimentação de material (GRAEML, 2007).



**Figura 4 – Exemplo de Célula de Manufatura.**

Fonte: Material interno Empresa A.

Os operadores que trabalham nessas células, em geral, são multifuncionais, sabendo executar mais de uma das operações, incluindo autocontrole e controle da

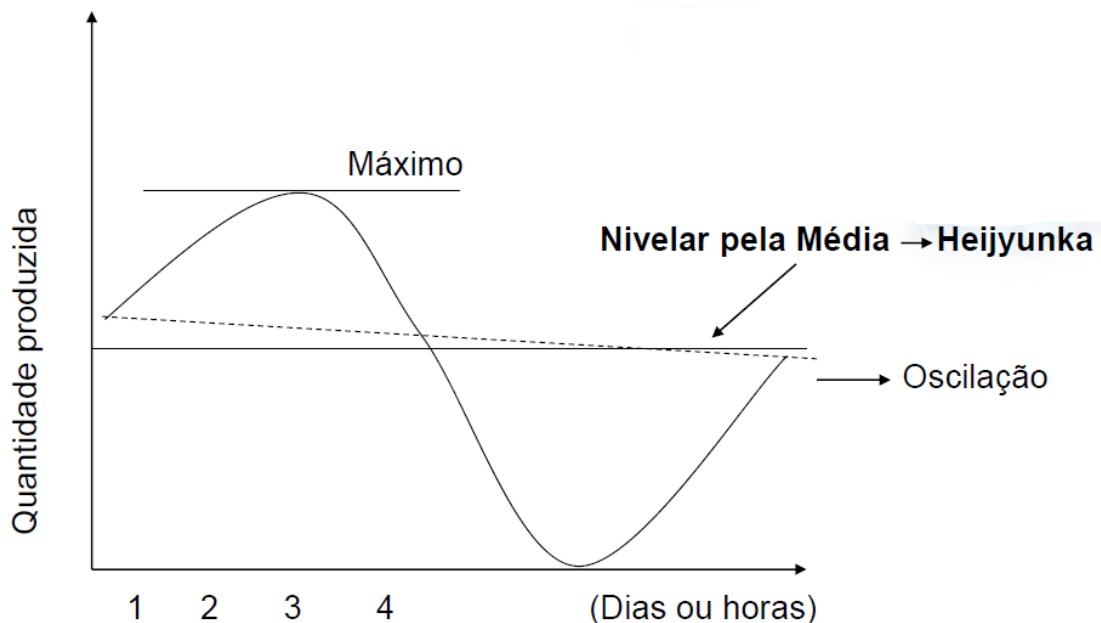
qualidade. Dessa forma, cria-se uma equipe que é responsável pela fabricação de um produto como um todo.

Os conceitos de células de manufatura têm sido aplicados em várias empresas e seus principais benefícios são: menor tempo de *setup*, redução dos estoques de produtos semiacabados, redução dos custos e tempos de movimentação, melhora na qualidade, simplificação dos fluxos de materiais, simplificação dos sistemas de controle e melhoria da motivação dos operadores.

## 2.16 Nivelamento de produção (*Heijunka*)

Sendo o pré-requisito para se implementar o JIT, o *Heijunka* ou nivelamento da produção é um conceito utilizado para nivelar a quantidade produzida e os tipos produzidos por dia e por hora. É o principal conceito que ajuda a trazer estabilidade para o processo de manufatura, adequando o ritmo de produção à instabilidade do mercado (EMPRESA A, 2009)..

A programação da produção através desse método visa a combinação de diferentes itens para obter um fluxo contínuo, permitindo a produção em pequenos lotes e a minimização de inventários. O Gráfico 1 ajuda a ilustrar este conceito.



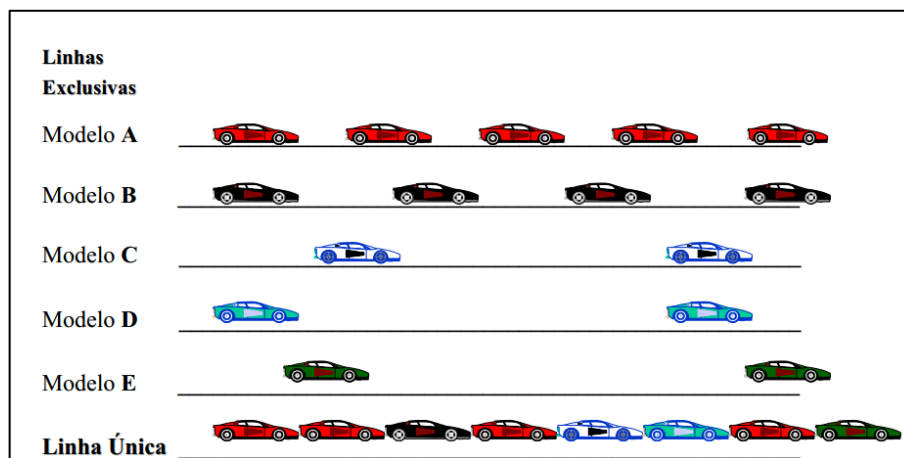
**Gráfico 1– Nivelamento Da Produção.**

Fonte: Monden, Y. Sistema de Produção Toyota. 3rd Ed., Tokio, Eng Mng P, 1998.

Os benefícios dessa técnica são:

- Evitar produzir grandes lotes;
- Minimizar estoques de produtos acabados;
- Estabilidade da demanda dos recursos da produção;
- Redução da capacidade produtiva requerida, eliminando os picos produção;

Um exemplo de linha de produção nivelada pode ser vista na Figura 5.



**Figura 5 – Exemplo de Linha De Produção Nivelada.**

Fonte: [http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/183\\_semana2\\_esp.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/183_semana2_esp.pdf).

### 2.17 Automação (*Jidoka*)

O *Jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade. A ideia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção (SHINGO, 2000).

Este conceito é um recurso que pode ser utilizado no projeto de máquinas tendo como base a parada da máquina caso um problema seja identificado. É um tipo de automação que implementa funções de supervisão antes de realizar a produção.

Para este conceito ser bem sucedido, a integração entre homem e máquina deve ser bem realizada, pois apesar da detecção do problema ser feita pela máquina a sua correção obrigatoriamente deverá ser feita pelo operador.

O *Jidoka* também depende de mecanismos *poka-yoke* que são projetados para detectar os erros de execução. Quando um problema é identificado, um alarme visual ou sonoro é acionado, indicando a ocorrência da anormalidade, gerando a ação imediata de correção, desencadeando um esforço em conjunto para achar e eliminar a causa raiz do problema. Dessa forma, as paradas de linha podem ser reduzidas.

As etapas do *Jidoka* são:

- Detecção da anormalidade;
- Parada da máquina;
- Acionamento de alarme visual ou sonoro;
- Análise por parte dos operadores para achar a causa raiz;
- Correção do problema;
- Investigar novamente as causas e estabelecer medidas para que não se repita o problema;

## 2.18 Balanceamento da produção

O balanceamento de uma linha de produção consiste em distribuir a carga das várias operações da forma mais uniforme possível através dos postos de trabalho. Uma linha de produção consiste num conjunto de postos de trabalho cuja posição é fixa, onde vários trabalhadores especializados em atividades específicas e repetitivas chegam a um produtor acabado ou semiacabado (EMPRESA A, 2009)..

O balanceamento é necessário para que haja uniformidade nas peças produzidas e o ritmo de trabalho das pessoas seja adequado, evitando gargalos. Pode-se aplicar esse método através de 4 etapas básicas:

- Verificação do tempo de trabalho do operador (através da cronoanálise, por exemplo);



- Determinar a quantidade de peças de produção diária;
- Verificar o histórico da eficiência média da produção;
- Calcular o número de minutos realmente trabalhados;
- Estabelecer as atividades do operador de forma que não gere gargalos.

## 2.19 Padronização de operações

O *Jit* e o *Jidoka*, que são os pilares do STP, estão assentados sobre uma base que é o *Heijunka* ou nivelamento da produção, operações padronizadas e *kaizen* (melhoria contínua), conforme visto na Figura 3.

A operação padronizada pode ser definida como sendo um método efetivo e organizado de produzir sem perdas, procurando obter a maior produtividade possível. Outros objetivos são estabelecer o nível mínimo de estoques e o balanceamento dos processos.

Conforme Figura 6, os componentes da operação padronizada são: o *takt time*, a rotina-padrão de operações e a quantidade-padrão de inventário em processamento.



**Figura 6 – Componentes da Operação Padronizada.**  
Fonte: GHINATO,P. (2000).

O *Takt Time* é a relação entre o tempo disponível para a produção e a demanda de mercado. Para calculá-lo basta fazer a divisão da primeira variável citada pela segunda variável. Ele indica a velocidade que uma linha de produção deve trabalhar.

A rotina-padrão de operações é um conjunto de operações que são realizadas por um operador em um sequenciamento pré-determinado, permitindo a repetição do ciclo ao longo do tempo.

A quantidade-padrão de inventário em processamento pode ser definida como sendo a quantidade mínima de peças em circulação que é necessária para manter o fluxo constante e nivelado de produção. (GHINATO P., 2000)

### 3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo do projeto, primeiramente pesquisou-se referências bibliográficas sobre os conceitos do Sistema Toyota de Produção. Além disso, buscou-se dentro da Empresa A o conhecimento sobre a implantação na prática do STP.

#### 3.1 Aplicação da Metodologia

A fim de atingir o objetivo do projeto, o presente trabalho aplicou na prática os conceitos do Sistema Toyota de Produção para conseguir resultados como redução no *lead time*, redução no tempo de *setup*, padronização de processos e redução na movimentação desnecessária de materiais.

O método de pesquisa científica utilizado neste projeto foi do tipo pesquisa-ação. De acordo com Neumann (2002), este tipo de pesquisa conceitua-se como sendo um tipo de pesquisa com base empírica que é realizada em associação com uma ação ou solução de um determinado problema, onde os pesquisadores e também os participantes estão envolvidos de modo cooperativo. Com essa orientação, assume-se o papel de assessorar os participantes do projeto.

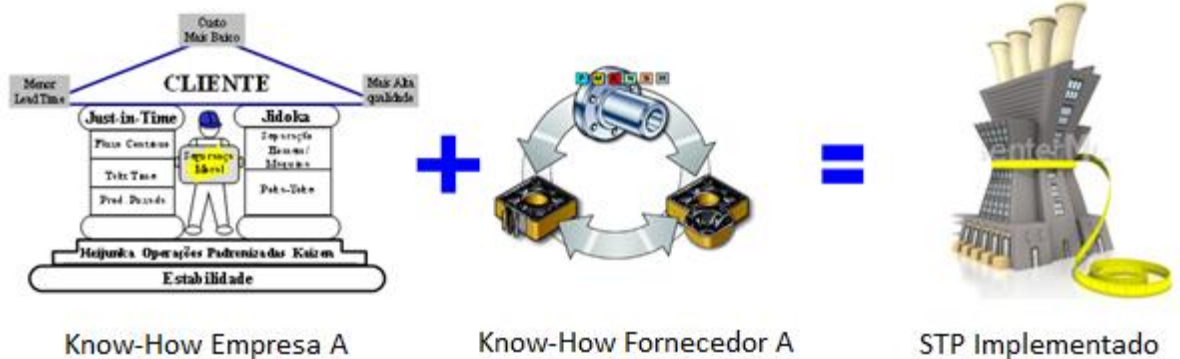
Propostas de melhorias foram discutidas e aprovadas pelos participantes em reuniões quinzenais. A coleta de dados ficou a cargo dos participantes que trabalham no Fornecedor A, sendo orientados e supervisionados pela equipe responsável da Empresa A, sendo que as decisões foram tomadas em grupo. A pesquisa possui um caráter pedagógico visando a mudança de atitude e comportamentos, o que é essencial para conseguir as mudanças pretendidas.

O método de trabalho seguiu seis etapas, as quais serão agora apresentadas:

1. Definição de cronograma, área de atuação do trabalho e membros envolvidos;
2. Treinamento inicial com todos os envolvidos, incluindo diretoria do Fornecedor A e todos os membros escolhidos estrategicamente. Neste treinamento é abordado os conceitos do STP e a importância desse projeto;

3. Reuniões semanais (inicialmente), e reuniões quinzenais posteriormente para coleta de dados e treinamentos práticos sobre aplicação das ferramentas do STP;
4. Análise dos dados coletados pelo Fornecedor A e criação de apresentações iniciais que servirão de modelo sobre como aplicar as ferramentas do STP. Esses trabalhos iniciais servirão de pilotos para futuros trabalhos.
5. Apresentação e discussão dos trabalhos iniciais realizados;
6. *Follow up* das atividades para ver se há a necessidade de treinamentos específicos e acompanhamento dos trabalhos;

A Figura 7 a seguir ilustra resumidamente a metodologia do trabalho:



**Figura 7 – Foco do Trabalho.**

Fonte: Material interno Empresa A.

Inicialmente, foi definido um cronograma para a discussão das áreas de atuação do trabalho e os membros participantes. Os membros participantes foram selecionados estrategicamente de acordo com a função exercida.

A supervisão por parte do Fornecedor A ficou à cargo de dois funcionários que já possuíam algumas experiências nas técnicas do Sistema Toyota STP. A Empresa A disponibilizou um engenheiro mecânico com quatro anos e meio de experiência na área, um estagiário em engenharia mecânica e um assessor formado em engenharia elétrica e mais de 30 anos de trabalho com os conceitos do STP, o qual é o responsável pela supervisão geral do projeto.

O trabalho foi dividido em três áreas, formando grupos de seis pessoas para atuar em cada uma delas. São eles: Grupo 1 (*Setup*), Grupo 2 (Logística), Grupo 3 (Células de autocontrole).

As etapas seguidas pelo Grupo 1 (*Setup*) são:

- Depois de realizadas as etapas iniciais de treinamento, o grupo se reuniu e realizou um *brainstorming* juntamente com os funcionários da Empresa A e membros deste projeto. Foram levantadas as principais máquinas onde a metodologia poderia ser mais facilmente aplicada e apresentasse um melhor resultado didático. Definiu-se que o *setup* em estudo abordará uma prensa de 110 toneladas, que a partir de agora será chamada de P-28 que é o código da máquina para o Fornecedor A.
- Levantar a situação inicial dos *setups* realizados para a prensa P-28.
- Através da aplicação de forma básica dos conceitos do STP, analisar esta situação inicial e mapear os desperdícios;
- Propor melhorias como, por exemplo, padronização de calços, criação de *checklists*, *setup* planejados, preparação *pré-setup*, entre outras ideias que possam ser aplicadas;
- Realizar na prática as melhorias aplicáveis para este *setup*;
- Mapear o estado final após as melhorias;
- Levantar os ganhos no processo.

A etapas do Grupo 2 (Logística) são:

- Depois de realizadas as etapas iniciais de treinamento, o grupo se reuniu e realizou um *brainstorming* juntamente com os funcionários da Empresa A e membros deste projeto. Foram levantados os principais itens onde a metodologia poderia ser mais facilmente aplicada e apresentasse um melhor resultado didático. Definiu-se que o grupo estudaria um item da linha branca, com o código interno 227.0151, o qual será chamado, para efeito de simplificação, como item 51.
- Levantar a situação inicial do *lead time* e movimentação para o item 51;
- Através da aplicação de forma básica dos conceitos do STP, analisar a situação inicial e mapear os desperdícios;

- Propor melhorias como, por exemplo, redução na movimentação de materiais, eliminação de estoques intermediários, implementação de abastecedores, entre outras melhorias que possam ser aplicadas;
- Realizar na prática as melhorias aplicáveis para este item;
- Mapear o estado final após as melhorias;
- Levantar os ganhos no processo.

As etapas do Grupo 3 (Células de autocontrole) são:

- Depois de realizadas as etapas iniciais de treinamento, o grupo se reuniu e realizou um *brainstorming* juntamente com os funcionários da Empresa A e membros deste projeto. Foram levantados os principais itens onde a metodologia poderia ser mais facilmente aplicada e apresentasse um melhor resultado didático. Definiu-se que o grupo estudará um item da linha branca, com o código interno 227.0071, o qual será chamado, para efeito de simplificação, como item 71;
- Levantar a situação inicial da movimentação e refugo deste item;
- Através da aplicação de forma básica dos conceitos do STP, analisar esta situação inicial e mapear os desperdícios;
- Propor melhorias, como balanceamento do processo, inspeção na saída de alguma operação do item 71, redução do número de refugos, entre outras ideias que possam ser aplicadas;
- Realizar na prática as melhorias aplicáveis para este item;
- Mapear o estado final após as melhorias;
- Levantar os ganhos no processo.

### **3.2 Justificativa da Metodologia**

Como forma de alcançar os objetivos do trabalho, a metodologia foi escolhida devido ao sucesso de sua aplicação na eliminação de desperdícios em outros fornecedores da Empresa A. Como critério de escolha foram selecionados os processos de fabricação que apresentassem maior facilidade na implementação das técnicas de STP. Esses processos serviram como pilotos para a implementação do STP em outros processos do Fornecedor A.

Para definir as três frentes de trabalho (*setup*, logística e célula de autocontrole) foi levado em conta os histórico de sucesso na implementação nessas três frentes pela Empresa A.

### **3.3 Produtos do Projeto**

Como resultado, o trabalho apresentará os ganhos obtidos através da aplicação dos conceitos do STP. Estes resultados serão estratificados em três áreas diferentes: *Setup*, logística e células de autocontrole. Será fornecido uma revisão bibliográfica do STP que poderão ser utilizadas como base para aprofundar-se ao assunto.

## 4 ESTUDO DE CASO: ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO

Nesta etapa será descrito as etapas do trabalho desenvolvido no Fornecedor A, desde o levantamento inicial, passando pela aplicação dos conceitos de STP, mapeamento dos desperdícios, proposta de melhorias, implementação de melhorias e o resultados obtidos.

### 4.1 Grupo 1: *Setup*

O *setup* analisado foi o da prensa P-28. O levantamento das atividades foram feitas por meio de filmagens do processo.

#### 4.1.1 Levantamento da Situação Inicial

Como ferramenta para coleta de dados foi utilizada a cronoanálise das operações de *setup*, usado um formulário do ANEXO C. A cronoanálise serve para apresentar as atividades a serem realizadas em ordem cronológica. O *setup* em questão é composto por 47 atividades e levou 98 minutos para ser realizado. O tempo considerado padrão para o Fornecedor A para esse processo é de 45 minutos. As atividades e os tempos estão descritos no ANEXO D.

Na sequência utilizou-se o formulário do trabalho combinado conforme o ANEXO E. Esta etapa evidenciou as atividades com as maiores perdas em relação ao tempo, sendo as principais: manutenção do alimentador (538 s), aguardar empilhadeira (340 s), levar e buscar ferramental na prateleira (430 s).

Foram contatos os números passos dados pelo operador durante o processo por meio de um contador de passos totalizando 1022 passos.

#### 4.1.2 Mapeamento dos Desperdícios e Aplicação dos Conceitos de STP

Por meio do uso da Matriz 3Mx4M pode-se analisar os problemas de sobrecarga, variações e desperdícios confrontando esses problemas com máquina, mão de obra, método e material. A análise de 3Mx4M é apresentado a seguir no Quadro 3.



MATRIZ 4Ms X 3MUs				
MU	MÁQUINA	MÃO DE OBRA	MÉTODO	MATERIAL
MURI (Sobrecarga)	Empilhadeira com excesso de serviço para executar as atividades rotineiras mais o setup ao mesmo tempo	Esforço excessivo para posicionar a ferramenta na máquina		
MURA (Variação)			A posição da ferramenta varia de acordo com o operador Preparador e empilhadeira colocando MP no desbobinador ao mesmo tempo Parafusos e calços não são padronizados	Variação da espessura da matéria prima influencia no ajuste da máquina
MUDA (Desperdício)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Buscar ferramentas</li> <li>Manutenção do alimentador</li> <li>Retirar 6 parafusos</li> <li>Sair para procurar manutentor</li> <li>Buscar dispositivos de calibração</li> <li>Aguardar empilhadeira</li> <li>Aguardar manutenção</li> </ul>		

### Quadro 3 – Matriz 3MUx4M

Fonte: Autoria própria.

Como pode se ver uma grande parte dos desperdícios estão relacionados à ineficiência de mão de obra e à variação do método.

Na sequência foram verificadas as atividades presentes na cronoanálise, separando em *setup in* e *out*.

A estratificação das atividades pode ser vista no Quadro 4, onde as atividades em amarelo representam o *setup out* e o *setup in* é representado pela cor azul.

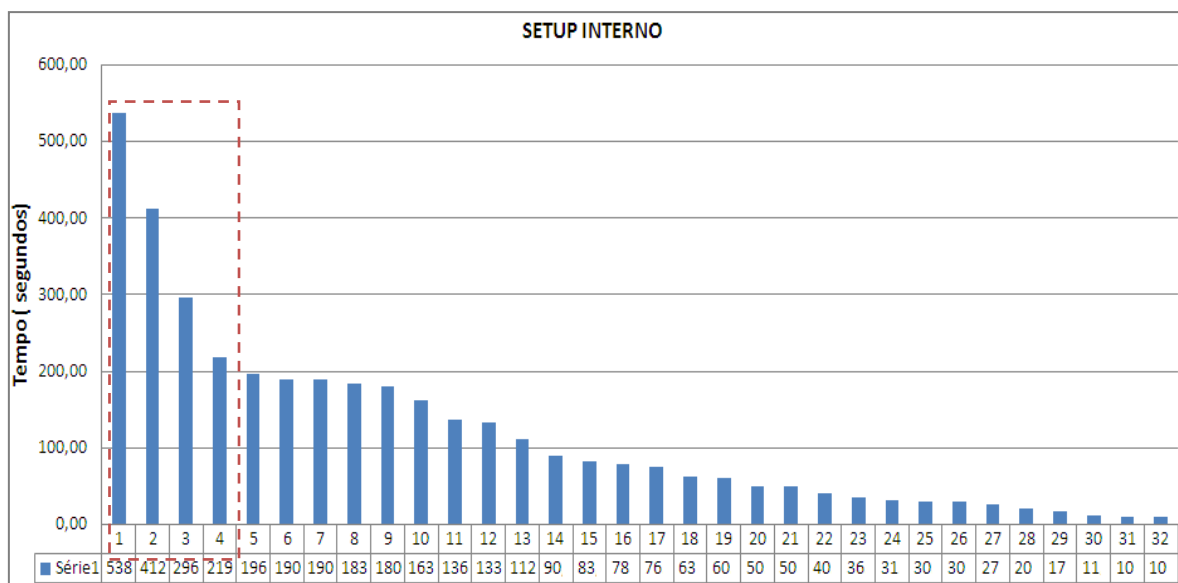
TRABALHO COMBINADO			
Seq	Operação	Tempo em seg	
		Nº quadros	Média
1	Preparador orientando o operador em treinamento - funcionamento debobinador/alimentador	1,92	48,00
2	Preparador operando manualmente posicionando fita para bater últimas peças	2,52	63,00
3	Retirar da ferramenta tira de matéria-prima manualmente	0,68	17,00
4	Posicionar martelo manualmente para iniciar retirada de parafusos de fixação	0,44	11,00
5	Retirar parafusos ( 4 na parte inferior e 2 parte superior)	6,52	163,00
6	Levantar materlo manualmente	0,4	10,00
7	Pegar chave allen e retirar proteção de acrílico	1,24	31,00
8	Tentar tirar batente final de chapa	0,8	20,00
9	Posicionar Carinho de ferramentas para não atrapalhar	0,4	10,00
10	Reitar Calha do item (227.1070) anterior e Guardar na prateleira	1,2	30,00
11	Pegar acrílico de proteção e levar na máquina	0,8	20,00
12	Retirar tira que sobrou e colocar em cima da ferramenta	0,4	10,00
13	Aguardar empilhadeira	1,2	30,00
14	Colocar últimas peças na caixa	0,8	20,00
15	Aguardar empilhadeira	13,6	340,00
16	Posicionar garfos da empilhadeira e retirar ferramenta	3,6	90,00
17	Levar ferramenta na prateleira/pegar nova ferramenta/ colocar sobre a mesa da PE	17,2	430,00
18	Posicionar ferramenta na mesa da máquina com alavanca	2,4	60,00
19	Descer martelo manualmente	1,44	36,00
20	Pegar parafuso na caixa embaixo da máquina	0,8	20,00
21	Colocar parafusos para fixar parte superior / posicionar ferr.	11,84	296,00
22	Operador e empilhadeira colocando mp. No desbonidaor (mesmo tempo)	16,48	412,00
23	Medir posicionamento ferramenta e centralizando com alavanca	7,6	190,00
24	Colocar os 4 parafusos na parte inf. E realizar aperto com chave de boca	7,6	190,00
25	Pegar Chave allen e apertar parafusos na parte superior	1,08	27,00
26	Subir e descer martelo manualmente	2	50,00
27	Reposicionar altura/alinhamento do desbobinador	8,76	219,00
28	Regular paramentos do alimentador	1,2	30,00
29	Desamassar e passar início da bobina no desbobinador/alimentador	5,44	136,00
30	Posicionar bobina	2	50,00
31	Regular largura da fita no desbobinador	1,6	40,00
32	Fixar calha de saída de peças/ ligar fio sensor e conectar mangueira de ar	7,84	196,00
33	Bater peças manualmente para ajustar altura	4,48	112,00
34	Problema no desbobinador - foi chamar manutenção	7,36	184,00
35	Bater peças manualmente	3,12	78,00
36	Guardar calços	1,2	30,00
37	Colocar proteção na saída/lateral da máquina	7,2	180,00
38	Buscar dispositivo para calibrar peça	6,68	167,00
39	Guardar ferramentas usadas na preparação	2,72	68,00
40	Aguardar Manutenção	5,8	145,00
41	Manutenção verificação inicial	3,32	83,00
42	Manutentor foi na manutenção buscas ferramenta - preparador aguardando	15,68	392,00
43	Manutenção - alimentador	21,52	538,00
44	Regular alimentador e bater 3 peças	5,32	133,00
45	Bater peças e regular alinhamento da fita no alimentador	7,32	183,00
46	Calibar peças com dispositivo e regular alinhamento da fita no alimentador	3,04	76,00
47	Liberar Peça	7,68	192,00
48	Tempo Total	217,76	5856,00
<b>Total</b>			

**Quadro 4 – Separação de Setup In ou Out.**

Fonte: Autoria própria.

Através dessa análise pode ser levantado o tempo de *setup in* com 72 minutos em trinta e quatro atividades. Já o *setup out* 25 minutos em treze atividades. Na situação inicial as etapas de *setup in* e *out* não se encontravam separadas.

Analisando as atividades de *setup in* pode se verificar que os maiores problemas encontravam-se em quatro atividades (Gráfico 2) representando aproximadamente 34% do tempo de todas as atividades.



**Gráfico 2 – Análise do Setup In.**

Fonte: Autoria própria.

As quatro atividades são descritas na sequência:

Atividade 1 - Manutenção do alimentador de bobinas;

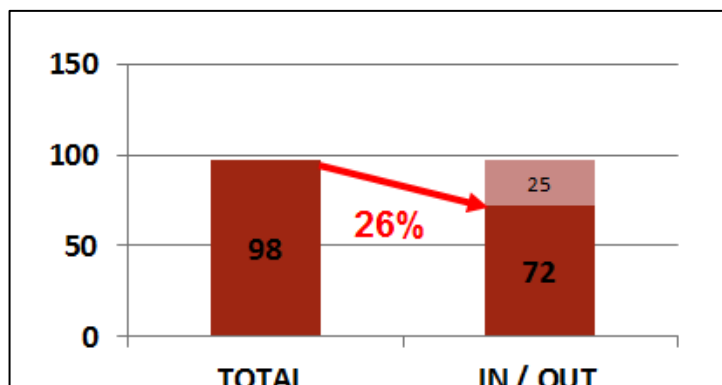
Atividade 2 - Colocar matéria prima no desbobinador;

Atividade 3 - Colocar parafuso para fixar parte superior e posicionar ferramenta;

Atividade 4 - Reposicionar altura/desalinhamento do desbobinador.

#### 4.1.3 Proposta e Aplicação das Melhorias

Após analisados os dados da situação inicial as ações de melhoras foram divididas em duas etapas. Na primeira etapa foi verificado que o tempo de *setup out* corresponde à 26% (Gráfico 3) do tempo total de *setup*. Visando eliminar perdas estas atividades foram realocadas como atividades de *pré-setup*, ou seja, enquanto ainda não foram iniciadas as atividades de *setup in*.



**Gráfico 3 – Tempo de setup.**

Fonte: Autoria própria.

Depois de eliminadas as atividades do setup out, surgiu a oportunidade de melhoria do *setup in*. Nessa segunda etapa houve atuação principalmente na padronização de ferramental da prensa em estudo.

#### 4.1.3.1 Desenvolvimento da Etapa 1

O Quadro 5 ilustra algumas atividades do *setup out* e a proposta de melhoria para cada uma delas. Tais atividades não representam todas as atividades classificadas como externas, mas possuem em comum a proposta de melhoria que é o planejamento do *setup*.

		<b>PROBLEMA</b>	<b>PROPOSTA DE MELHORIA</b>
<b>SETUP EXTERNO</b>	<b>1</b>	<b>Levar e buscar</b> ferramental na prateleira	Separar todas as ferramentas antes do início do setup, utilizando checklists e a conscientização dos preparadores <b>(PLANEJAMENTO DO SETUP)</b>
	<b>2</b>	<b>Aguardar empilhadeira</b> , levar ferramenta na prateleira e pegar nova ferramenta	Analisar junto ao Fornecedor A como deixar a ferramenta e empilhadeiras disponíveis na hora correta <b>(PLANEJAMENTO DO SETUP)</b>
	<b>3</b>	<b>Aguardar</b> manutenção buscar ferramenta	Analisar junto ao Fornecedor A <b>(PLANEJAMENTO DO SETUP)</b>
	<b>4</b>	Manutenção do Alimentador	Realizar a manutenção antes do início dos Setups. Analisar junto ao Fornecedor A <b>(PLANEJAMENTO DO SETUP)</b>

**Quadro 5 – Proposta de Melhorias da Etapa 1.**

Fonte: Autoria própria.

Uma vez realizado o planejamento antes do início do *setup* (*pré-setup*) as etapas de levar e buscar ferramentas, realização de manutenção e aguardar empilhadeira podem ser eliminadas ou realizadas previamente levando à um ganho de tempo considerável.

Para conseguir um planejamento adequado, foi criada uma instrução de trabalho para o *setup* (ANEXO F) contendo dados como número de parafusos, velocidade padrão, posicionamento da ferramenta, entre outros. Além disso, também foi implementado um *checklist* para que a sequência de operações seja seguida corretamente (ANEXO G).

Foram realizados testes piloto e o processo foi filmado após as melhorias. Uma nova cronoanálise foi realizada (ANEXO H), e o novo tempo foi de 72 minutos e estratificados em 38 operações. O tempo interno que era de 25 minutos e 20 s foi reduzido em 94%, ou seja, para apenas 1 minuto e 30 s que é o tempo de liberação da máquina, que consiste no preenchimento de um formulário pelo preparador e dessa forma esta etapa não pode ser eliminada. Mais detalhes sobre os resultados serão apresentados no próximo capítulo.

#### 4.1.3.2 Desenvolvimento da Etapa 2

O Quadro 6 ilustra algumas atividades do *setup in* e a proposta de melhoria para cada uma delas. Tais atividades não representam todas as atividades classificadas como *in*.

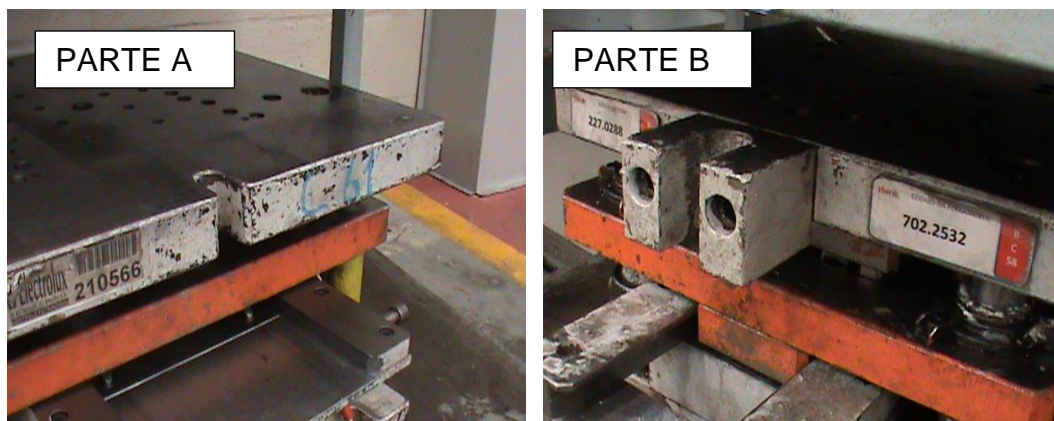
<b>1</b>	Posicionamento da ferramenta e aperto de parafusos	Realizar a padronização de ferramentas e implementar dispositivos para facilitar o posicionamento da ferramenta
<b>2</b>	Posicionar bobina e regular alimentador	Implementar dispositivos para facilitar o posicionamento e regulagem
<b>3</b>	Manutenção do alimentador	Realizar manutenção antes do início do <i>setup</i>

#### Quadro 6 – Proposta de Melhorias da Etapa 2.

Fonte: Autoria própria.

Analisando a cronoanálise da situação inicial (ANEXO D) pode-se notar que grande parte do tempo é desperdiçado no posicionamento do ferramental e da matéria prima levando no total 340 s.

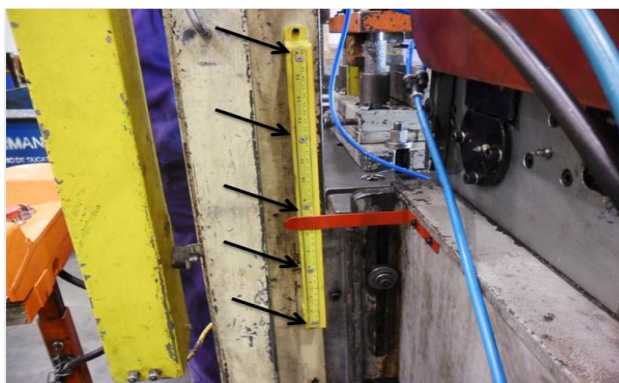
No estado inicial cada ferramenta utilizada na prensa P-28 utilizava calços e parafusos não padronizados. A ação de melhoria 1 (Quadro 6) consistiu em alterações no sistema de fixação das ferramentas. As alterações foram realizadas através do processo de fresamento (Fotografia 2 - Parte A) e soldagem (Fotografia 2 - Parte B). Com isso, passou a ser possível utilizar parafusos e calços com as mesmas dimensões para o setup de todas as ferramentas utilizadas nessa máquina.



**Fotografia 2 – Padronização de Fixação do Ferramental.**

Fonte: Autoria própria.

A ação de melhoria 2 (Quadro 6) consistiu na padronização do posicionamento da matéria prima (bobina). Cada ferramenta e cada bobina utilizada necessitam de uma regulagem do alimentador, o qual deve estar alinhado para o correto funcionamento da máquina. Esta altura de alinhamento é medida em uma régua fixada na estrutura da prensa e para ganhar tempo no processo de setup foram identificadas previamente as alturas para cada conjunto bobina/ferramenta e marcações com rebites foram feitas na régua. A Fotografia 3 ilustra o processo.



**Fotografia 3 – Fixação da Régua.**

Fonte: Autoria própria.

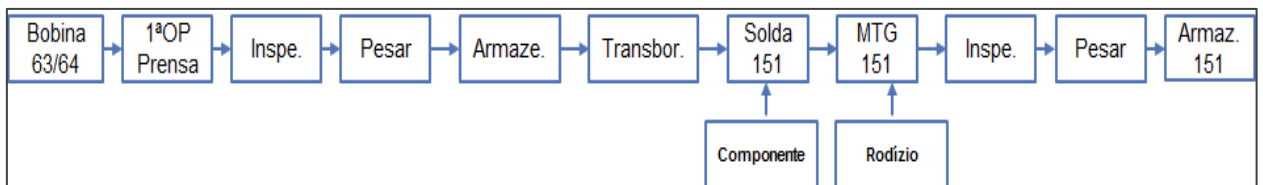
## 4.2 Grupo 2: Logística

O processo analisado é referente à fabricação do item 51 do Fornecedor A.

### 4.2.1 Levantamento da Situação Inicial

Como ferramenta para coleta de dados foram utilizados o mapeamento do fluxo de processo e *layout*, a análise dos tempos e matriz 3MUX4M. Foi realizada a cronoanálise das operações de armazenagem e transbordo dentro do almoxarifado para levantar o tempo inicial desses processos. Isso evidenciou um tempo de 15 minutos por ciclo para o armazenamento e 23 minutos para cada ciclo de transporte. Entende-se por ciclo um dia de trabalho com oito horas de jornada. O detalhamento da cronoanálise não é de grande relevância para este caso, pois em questões logísticas estamos mais preocupados em analisar o fluxo macro do que os processos específicos de cada atividade e por isso não será detalhada neste capítulo.

Na sequência foi elaborado o fluxograma (Figura 8) para a produção do item 51. Inicialmente a matéria prima (bobina) sai do estoque e segue para a 1ª operação que é um processo de estampagem. Após esse processo o item é inspecionado dentro do setor do almoxarifado, pesado para conferir as quantidades e armazenado no estoque. Quando solicitado, segue para o setor de soldagem que fica situado a 65 metros de distância. Em seguida, são soldados componentes, os quais não entraram em análise para este estudo. Depois de realizada a soldagem de um componente o item segue para a montagem de rodízio e é então inspecionado novamente, pesado e armazenado.

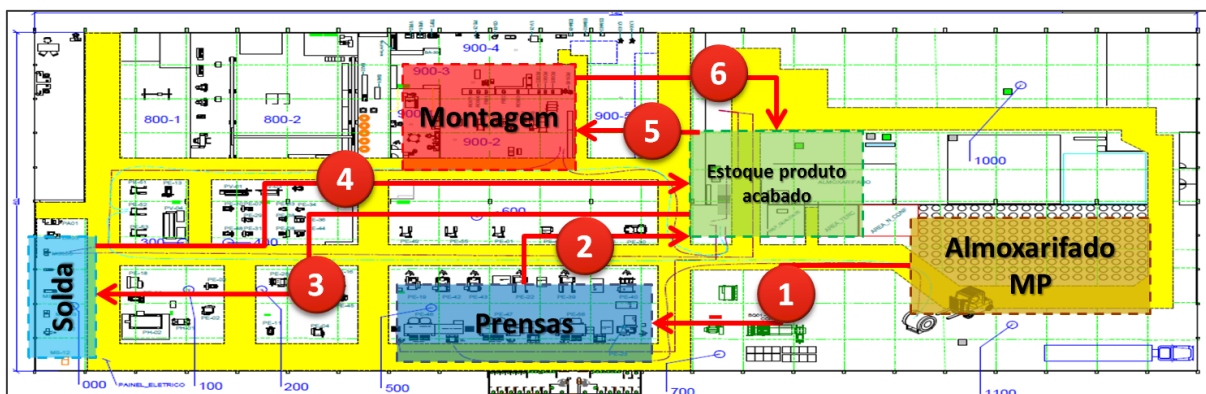


**Figura 8 – Fluxograma do item 51.**

Fonte: Autoria própria.

### 4.2.2 Mapeamento dos Desperdícios e Aplicação dos Conceitos de STP

Iniciou-se o mapeamento dos desperdícios traçando o fluxo do processo sobre o *layout* da fábrica o qual é apresentado na Figura 9 a seguir.



**Figura 9 – Fluxograma sobre *layout* na fábrica do item 51.**

Fonte: Autoria própria.

Após o item 51 sair das prensas o produto retorna ao estoque de produto acabado (Caminho 2). Quando solicitado, o produto segue para a soldagem (Caminho 3) e retorna novamente para o estoque (Caminho 4). Novamente quando é solicitado, o item segue até a montagem e após isso retorna para o estoque de produto acabado (Caminho 6). Analisando os caminhos percorridos fica evidente que os percursos 2 e 4 são desperdícios.

Por meio do uso da Matriz 3MUx4M pode-se analisar os problemas de sobrecarga, variações e desperdícios confrontando esses problemas com máquina, mão de obra, método e material. A análise é apresentada a seguir no Quadro 7.

A matriz 3MUx4M indica que os maiores problemas estão concentrados no desperdício de mão de obra, método e material. Isso evidencia que o retorno ao estoque dos produtos e a movimentação é desnecessária.

Matriz 3MU x 4M				
	Máquina	Mão de Obra	Método	Material
Muri (Sobre Carga)				
Mura (Variação)		Varição entre os tempos de operação das máquinas	Varição de peças produzidas	
Muda (desperdício)		Tempo gasto para movimentação do item	Retorno do produto para o estoque	Estoques de material em processamento

**Quadro 7 – Matriz 3MUx4M item 51.**

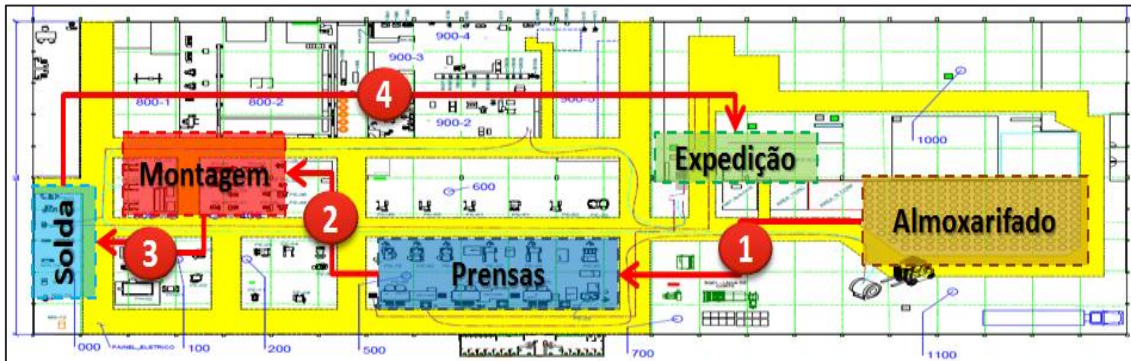
Fonte: Autoria própria.



### 4.2.3 Proposta e Aplicação das Melhorias

Foi visto que o retorno do produto ao estoque representa um desperdício e por isso deve ser eliminado. Foi analisado junto ao Fornecedor A a viabilidade de ser implementado uma linha de produção para o item 51, no entanto devido à complexidade envolvida como a mudança de layout, balanceamento de linha e criação de novos postos de trabalho a ideia tornou-se inviável.

Analisando mais detalhadamente o *layout* da fábrica foi proposta a mudança do local onde os itens eram montados e uma nova sequência de fluxo. Mudando a bancada de montagem para mais próximo à soldagem seria possível encaminhar os itens para serem soldados logo após serem montados, e com isso eliminaria o retorno ao estoque. O novo fluxo pode ser observado na Figura 10 a seguir.



**Figura 10 – Novo fluxograma sobre o *layout* do item 51.**

Fonte: Autoria própria.

Foi necessário deixar um estoque ao lado do processo de soldagem para que o abastecimento de peças fosse contínuo. Este dimensionamento de estoque não foi realizado pelo grupo de logística e por isso não será detalhado neste estudo.

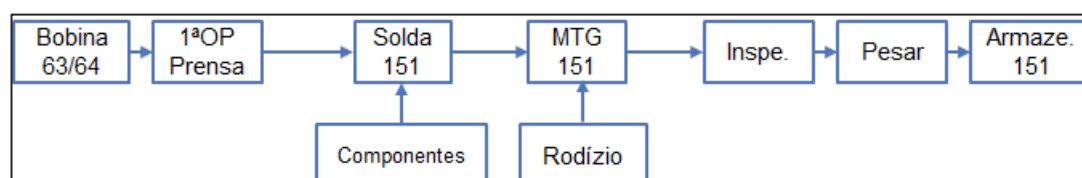
Como a fábrica do Fornecedor A possui muito espaço e as máquinas estão bem dispersas não foi necessário um estudo detalhado para a mudança da bancada para mais perto do setor de soldagem. A bancada é mostrada na Fotografia 4 a seguir.



**Fotografia 4 – Bancada item 51.**

Fonte: Material interno Empresa A.

O novo fluxo do processo é apresentado na Figura 11 a seguir. Comparando com o fluxo do estado inicial pode-se observar que anteriormente havia onze etapas e agora existem sete etapas, mostrando que a eliminação dos desperdícios implica em uma simplificação do fluxo do processo.



**Figura 11 – Novo fluxo do item 51.**

Fonte: Autoria própria.

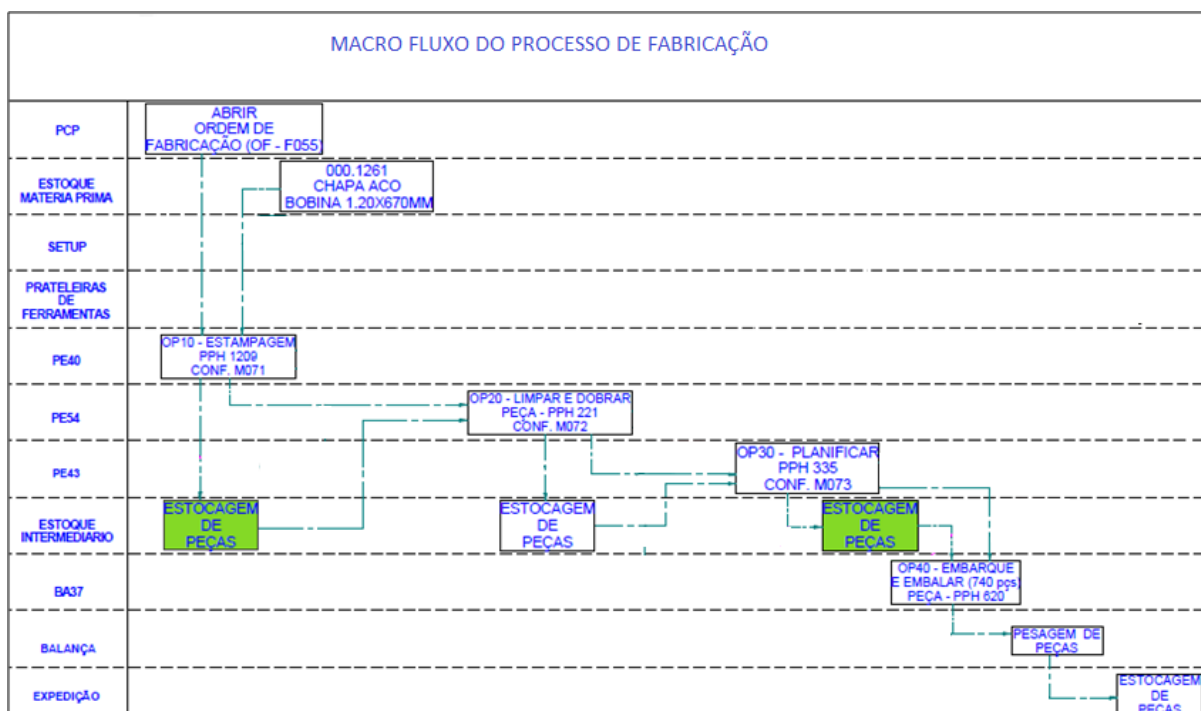
Com essas mudanças foi possível estabelecer um fluxo mais simplificado, eliminando desperdícios como a movimentação desnecessária. Os resultados serão apresentados no capítulo a seguir.

### 4.3 Grupo 3: Célula de Manufatura

A célula de manufatura analisada é referente ao processo de fabricação do item 71 do Fornecedor A.

#### 4.3.1 Levantamento da Situação Inicial

Inicialmente pode se verificar o macro fluxo (Figura 12) das atividades do item 71. Através do macro fluxo é possível visualizar todas as etapas do processo, desde abertura da ordem de fabricação até a expedição.



**Figura 12 – Macro fluxo do Item 71.**

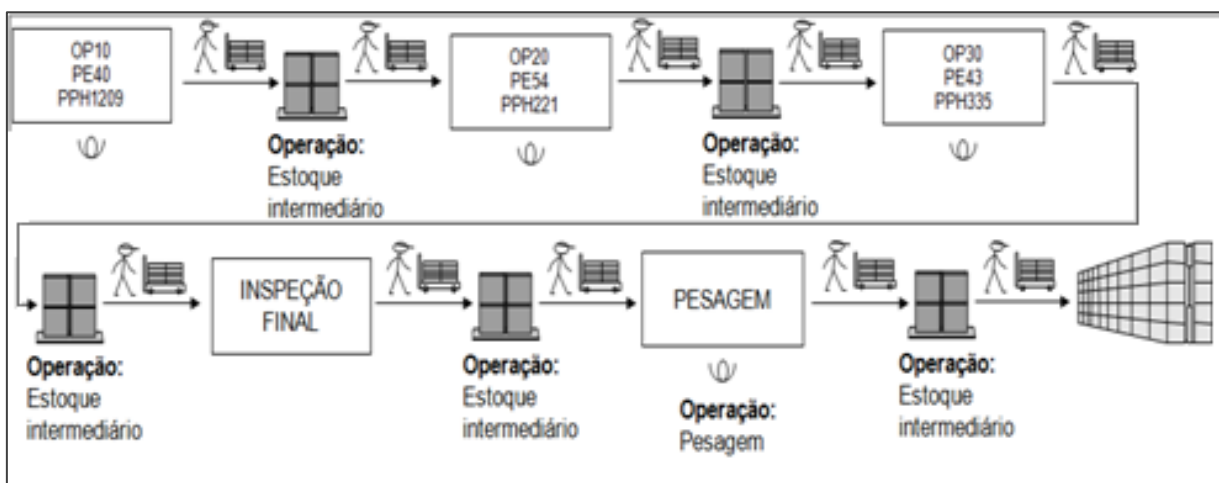
Fonte: Autoria própria.

O item 71 é composto por quatro subprocessos de fabricação. As etapas são descritas da seguinte forma:

- OP10 - Estampar;
- OP20 - Limpar e dobrar peças;
- OP30 - Planificar;
- OP40 - Inspeccionar final, pesar e embarcar.

Após a OP10 é gerado um estoque intermediário, demais estoques intermediários são gerados após as OP20 e OP30. Outros estoques intermediários

também são criados dentro de cada subprocesso da OP40. O macro fluxo simplificado por ser observado na Figura 13 a seguir.

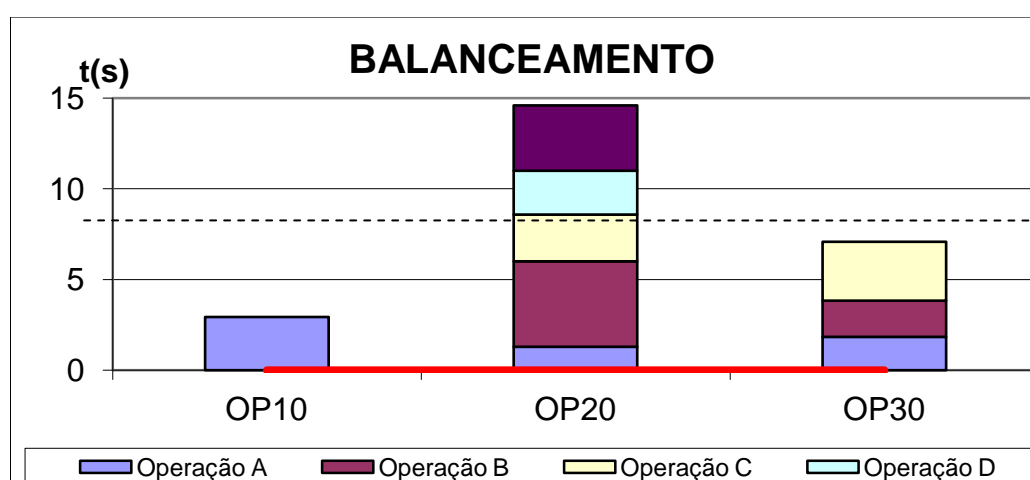


**Figura 13 – Etapas do Processo do Item 71.**

Fonte: Autoria própria.

Os tempos relacionados aos processos de fabricação (OP10, OP20 e OP30) foram levantados por meio da cronoanálise (ANEXO I). A OP10 que consiste em estampar, tem tempo de ciclo de 2,93 segundos. A OP20 que consiste em limpar e dobrar peças tem tempo de ciclo de 14,7 segundos. A OP30 que consiste em planificar, tem tempo de ciclo de 7,08 segundos.

Foi verificado o balanceamento das etapas de produção do item 71, o qual será apresentado no Gráfico 4 a seguir.



**Gráfico 4 – Balanceamento.**

Fonte: Autoria própria.

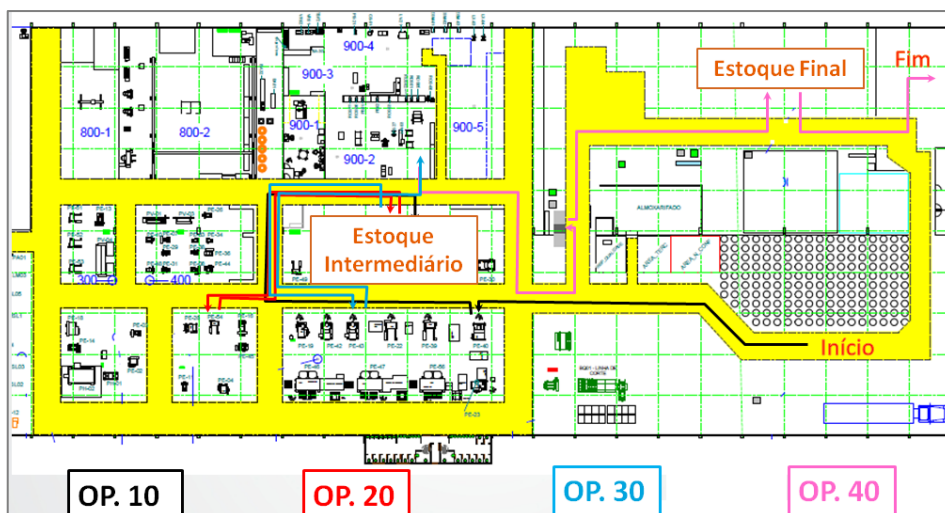
A OP10 é realizada através de uma prensa com alimentação automática, sendo a função do operador apenas de retirar os itens da máquina e colocar em uma embalagem aramada. O tempo total desse processo é de 2,93 s por peça.

A OP20 é realizada através de uma prensa com alimentação manual, sendo que as etapas exercidas pelo operador são: pegar itens e colocar na bancada, limpar item, pegar item e colocar na prensa, estampar item e retirar item da prensa. O tempo total desse processo é de 14,6 s.

A OP30 é realizada através de uma prensa com alimentação manual, sendo que as etapas exercidas pelo operador são: pegar item e colocar na prensa, estampar item, retirar item da prensa. O tempo total dessa operação é de 7,08 s.

A OP40 de embarque e embalagem das peças não entrou em questão nesta parte da análise e por isso não será detalhada neste momento.

O *layout* da planta e as movimentações podem ser verificados na Figura 14 a seguir. Ao ser solicitada a ordem de fabricação, a matéria prima sai do estoque e segue para a OP10 (percurso preto) e em seguida para o estoque intermediário. Quando solicitado os itens saem do estoque e seguem para a OP20 (percurso vermelho) e após processados retornam ao estoque. Novamente quando solicitados seguem para a operação 30 (percurso azul) e depois são encaminhados para a montagem. Depois de montados os itens voltam para o estoque até serem solicitados para serem embalados e embarcados na OP. 40 (percurso rosa).



**Figura 14 – Layout da planta e movimentações.**

Fonte: Autoria própria.

O valor inicial levantado para o refugo total (inclui refugos de processo e preparação da máquina) foi de 4,71%. Este valor foi levantado pelos dados dos últimos meses e não é de interesse do presente trabalho mostrar a metodologia para se chegar a esse valor.

#### 4.3.2 Mapeamento dos Desperdícios e Aplicação dos Conceitos de STP

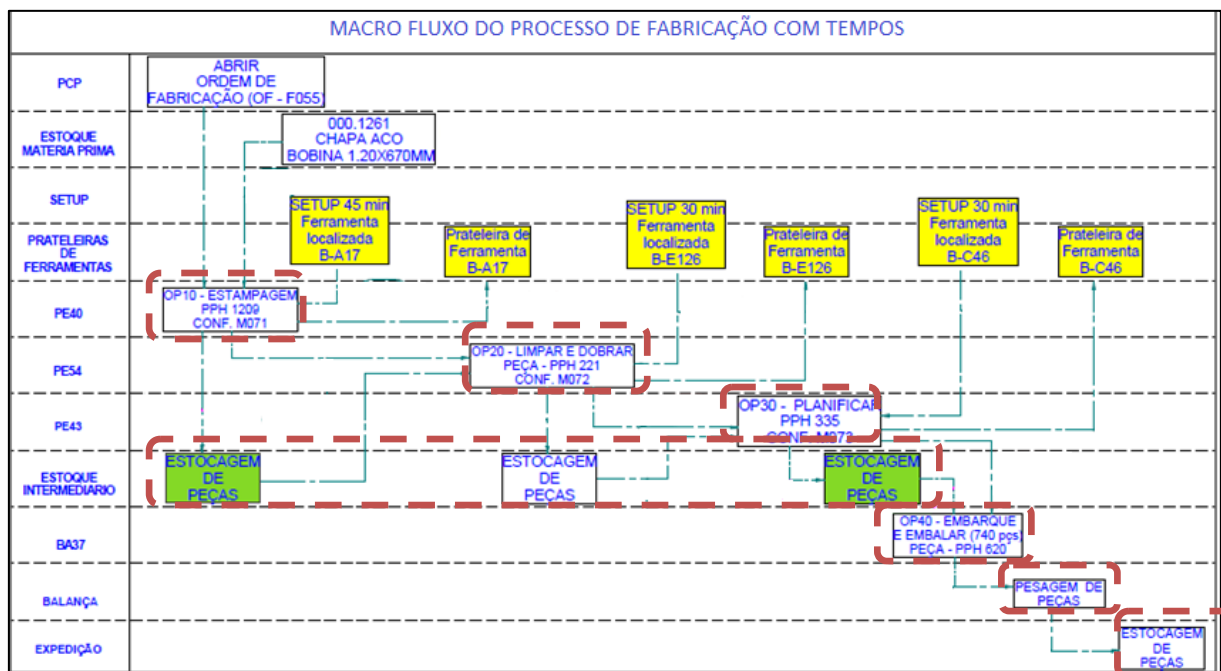
Iniciou-se o mapeamento dos desperdícios aplicando a matriz 3MUx4M (Figura 15). Ela indica que grande parte dos problemas está no desperdício de mão de obra e método com destaque para a inspeção final do processo, o desbalanceamento das operações e o retorno das peças ao estoque intermediário.

MATRIZ 4Ms X 3MUs				
3MU	MÁQUINA	MÃO DE OBRA	MÉTODO	MATERIAL
MURI (Sobrecarga)	- Posicionamento da ferramenta na base do martelo			- Peças em estoque intermediário
MURA (Variação)	- Geração de cavaco e deslocamento de material		- Posicionamento da ferramenta na base do martelo com alavanca  - Limpeza da ferramenta	- Lubrificação da bobina
MUDA (Desperdício)		- Inspeção no final do processo  - Limpeza das peças durante a operação	- Limpeza das peças  - Geração de Peças defeituosas  - Desbalanceamento das operações	- Refugos

**Figura 15 – Matriz 3MU4M do Item 71.**

Fonte: Autoria própria.

Analisando os desperdícios por meio do macro fluxo do processo com tempos de fabricação do Item 71 (Figura 16). Por meio do macro fluxo com tempo pode se verificar os potenciais pontos de melhorias, que de forma geral são OP10, OP20, OP30 e OP40, junto com a eliminação ou redução de estoques intermediários.



**Figura 16 – Macro fluxo do processo com tempos do item 71.**

Fonte: Autoria própria.

Quanto à distância percorrida, o produto inacabado retorna ao estoque intermediário ao final das operações OP10, OP20 e OP30. A distância percorrida inicialmente foi estimada de 451 metros, com o percurso indicado na Figura 16.

Outro problema presente é o fato do processo não ser contínuo. Apesar das operações não estarem sendo realizadas em linha, pode-se calcular a taxa de desbalanceamento dos processos já que este desbalanceamento gera estoques intermediários. Com os tempos retirados através da cronoanálise das operações OP10, OP20 e OP30 foi feito o cálculo e chegou-se ao valor de 52%.

Inicialmente verificou-se que a inspeção das peças era realizada apenas na última operação (OP40). Inspeções realizadas apenas no final do processo não apresentam vantagens, pois caso o problema ocorra nos primeiros processos (OP10, OP20 E OP30) as peças não conforme irão passar por toda cadeia de processamento até que seja identificada como refugo, gerando grandes desperdícios de matéria-prima, mão de obra e hora-máquina.

Analisando a origem dos refugos foi constatado que a OP10 é a operação crítica, pois nela é realizado um corte na matéria-prima gerando cavacos que podem riscar as peças caso estes fiquem presos na ferramenta. As operações OP20 e

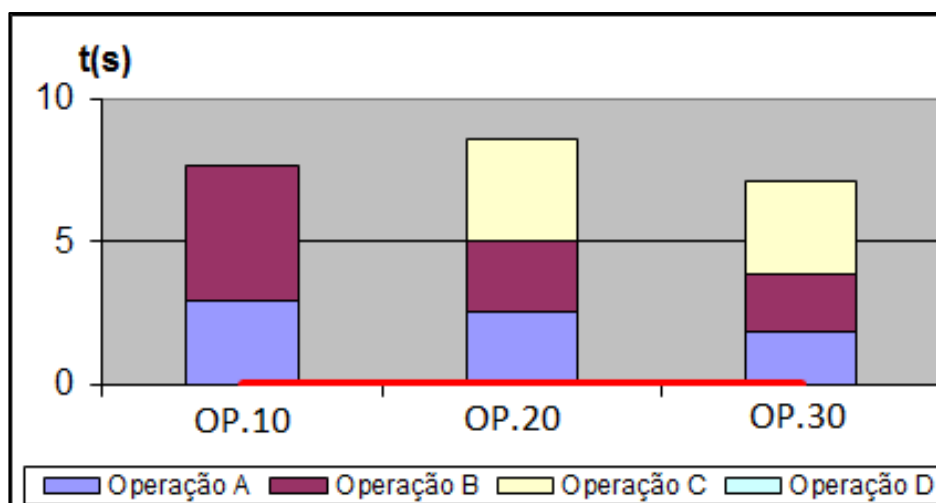
OP30 são estampagens simples e apresentam índices de refugos quase nulos. O índice de refugo inicial encontrava-se em 4,72%. Tendo como base o valor 0,33% como a média de refugo acumulado nos últimos 12 meses na Empresa A percebe-se o quanto ainda pode ser melhorado este processo.

#### 4.3.3 Proposta e Aplicação das Melhorias

Frente aos altos índices de refugo uma possível ação a ser tomada foi a realocação da operação de inspeção para a saída da OP10 que antes era realizada na OP20. Com isso, esperava-se que se reduzissem os índices de refugo e o balanceamento da linha fosse alcançado.

Analisando as atividades realizadas em cada operação percebeu-se que seria possível realizar as atividades de limpeza na saída da OP10 sem alterar a quantidade de peças produzidas por hora.

O tempo da OP10 é de 2,93 segundos e o tempo de limpeza das peças é de 4,7 segundos. O tempo total da OP20 é de 14,6 segundos. Realizando a limpeza na saída da máquina na OP10 os novos tempos ficariam de 7,63 segundos para a OP10 e 9,9 segundos para a OP20. A OP30 não teria o seu tempo alterado e continuaria com 7,08 segundos. O Gráfico 5 a seguir mostra o novo balanceamento com essa mudança.



**Gráfico 5 – Balanceamento após melhorias propostas.**

Fonte: Autoria própria.

Durante esta etapa do trabalho o Fornecedor A se propôs a desenvolver um projeto para desenvolver uma máquina (ANEXO I) para realizar a limpeza da peça



na OP10. Com essa mudança seria possível automatizar o processo de limpeza e com isso ganhar 4,7 segundos/peça o que para uma demanda mensal de 37.500 peças representaria aproximadamente 49 horas de trabalho manual no período de um mês.

A máquina foi construída, no entanto ela não conseguiu realizar a limpeza adequada das peças, o que inviabilizou esta ideia. Os detalhes técnicos não serão abordados nesta etapa pois não são o foco deste trabalho.

Outra potencial de melhoria a ser implementado foi a unificação das operações OP20 e OP30. A união das operações acaba reduzindo a movimentação e o retorno ao estoque (Figura 14). A análise do ferramental feita pelo Fornecedor A indicou a possibilidade de criar uma ferramenta com dois estágios. O primeiro estágio faria a OP20 e o segundo estágio faria a operação OP30. Os detalhes técnicos não serão abordados pois fogem do foco principal do trabalho.

## 5 RESULTADOS

Na sequência serão apresentados os resultados obtidos nos três grupos descritos anteriormente.

### 5.1 Resultados Grupo 1: *Setup* P-28

A meta estabelecida na proposta do projeto era a redução em 50% do tempo médio de *setup*, passando de 98 para 49 minutos. As implementações das melhorias da primeira etapa tiveram como resultado o planejamento do *setup* o que ocasionou a eliminação do *setup out*. O número de operações, analisadas através da cronoanálise, mudou de 47 para 38 atividades enquanto o tempo médio foi reduzido para 72 minutos.

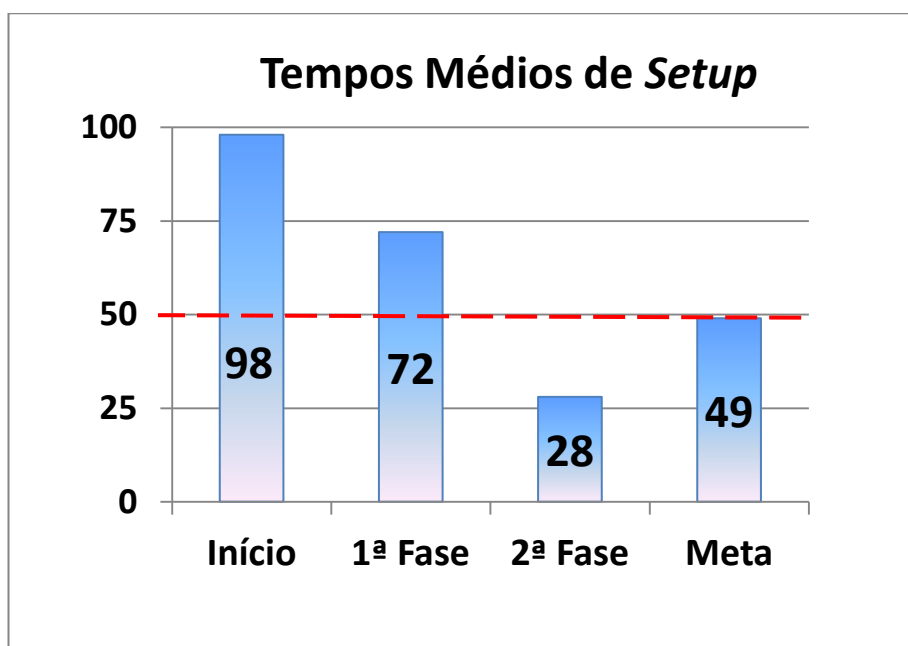
Ainda era necessário um ganho de 23 minutos ou 1380 s e percebeu-se que seria possível atingir a essa meta através da segunda etapa, a qual melhorou os tempos internos. A padronização da fixação do ferramental e da matéria prima resultou em um ganho de 340 s. Com a padronização do alinhamento e posicionamento da bobina conseguiu-se um ganho de 138 s. A maior economia de tempo veio com a não realização da manutenção durante o *setup*, com um ganho de 1342 s. A soma destes valores resultou em 1820 s, ou 30,3 minutos, fazendo com que o objetivo inicial fosse alcançado.

O tempo inicial para o posicionamento do suporte e ajuste de altura das chapas era de 270 s. Após a implementação da régua o tempo passou para 132 s, ou seja, houve uma redução de 51%.

A ação de melhoria 3 (Quadro 6) consistiu na eliminação da etapa de manutenção do alimentador. Para isso, foi anexada ao *checklist* a instrução de verificação da condição da máquina para que seja realizada sempre antes do início do *setup*. O tempo inicial para estas etapas era de 1342 s, sendo então o ganho de tempo de 22,4 minutos.

Na prática, filmagens foram realizadas e o tempo médio estimado pós-melhorias foi de 28 minutos. Este resultado foi alcançado, pois melhorias secundárias e de difícil mapeamento foram conseguidas, bem como a

conscientização por parte dos preparadores na importância dessa redução de tempo. O Gráfico 6 compara os tempos citados.



**Gráfico 6 – Tempos Médios de Setup.**

Fonte: Autoria própria.

## 5.2 Resultados Grupo 2: Logística Item 51

Mudando o *layout* e realizando a montagem mais próxima à soldagem foi possível estabelecer um fluxo mais simplificado, eliminando desperdícios como a movimentação desnecessária. Os resultados podem ser divididos em três categorias de ganhos sendo elas: redução na movimentação, redução em horas de mão de obra e redução em horas de estocagem e área no estoque intermediário.

Com a eliminação dos caminhos 2 e 4 mostrados anteriormente na Figura 9 assim como a mudança da bancada de montagem para mais próximo ao setor de soldagem foi possível chegar a uma movimentação final de 433 metros. Novamente foi utilizado um contador de passos para obter esse valor. Comparando este valor com o valor inicial de 758 metros pode-se concluir que a redução foi de 42,8% atingindo o objetivo do presente trabalho, o qual havia proposto uma redução de 40% na movimentação ou no *lead time*.

Mesmo com o objetivo do trabalho concluído foi possível mapear outros ganhos os quais foram consequência da eliminação das etapas de pesagem, armazenagem e transbordo. Foi visto anteriormente que as etapas de transporte e armazenagem dentro do almoxarifado levavam respectivamente 15 minutos e 23 minutos. Eliminando essa movimentação e considerando um mês com 22 dias úteis, o ganho em tempo de processo foi de 14 horas mensais e com isso essa mão de obra disponível pode ser realocada para outras operações.

Com o material seguindo o novo fluxo ao invés de retornar ao estoque, o ganho em horas de estocagem foi de 56 horas mensais e a área de estocagem reduzida em 6 m<sup>2</sup>.

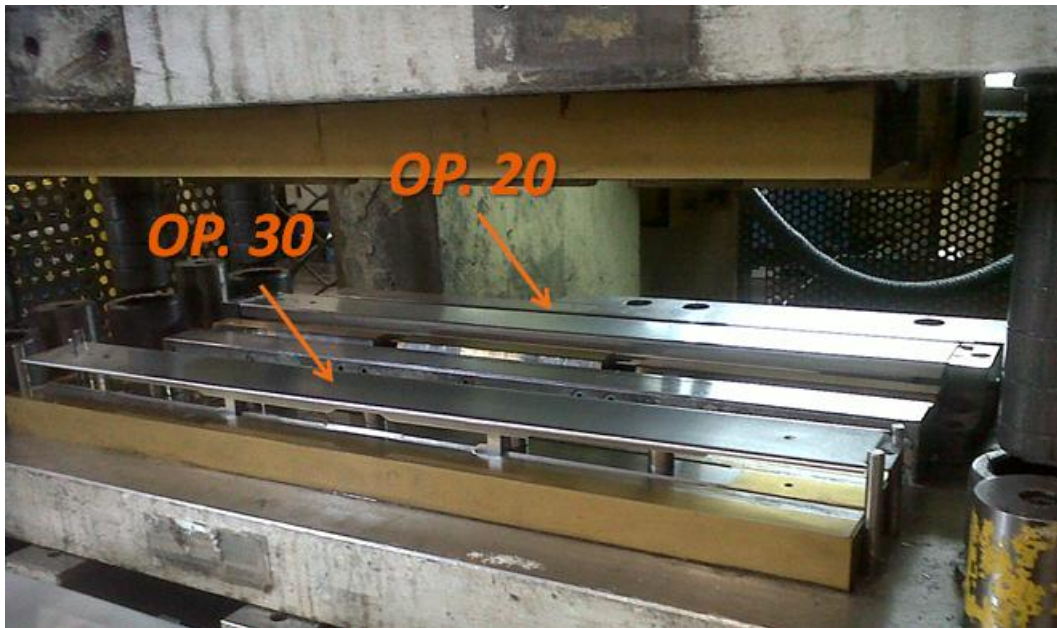
A Figura 11 a ilustra o novo fluxo do processo. Comparando com o fluxo do estado inicial (Figura 9) pode-se observar que anteriormente havia onze etapas e agora existem sete etapas, mostrando que a eliminação dos desperdícios implica em uma simplificação do fluxo do processo.

### 5.3 Resultados Grupo 3: Célula de Manufatura Item 71

Após implementar a inspeção no final da OP10 o índice de refugo foi levantado e o valor obtido foi de 1,46%. Essa redução foi esperada pois realizando a inspeção na primeira operação foi possível identificar a causa raiz que está gerando os problemas e conseqüentemente propor uma solução.

Após a análise do ferramental o Fornecedor A implementou a sugestão de melhoria unificando as operações OP20 e OP30 por meio de modificações no ferramental. O que antes era feito em duas estampagens após a implantação da melhoria é realizado em apenas uma estampagem utilizando uma ferramenta de dois estágios. A unificação das operações pode ser verificada por meio da Fotografia 5.

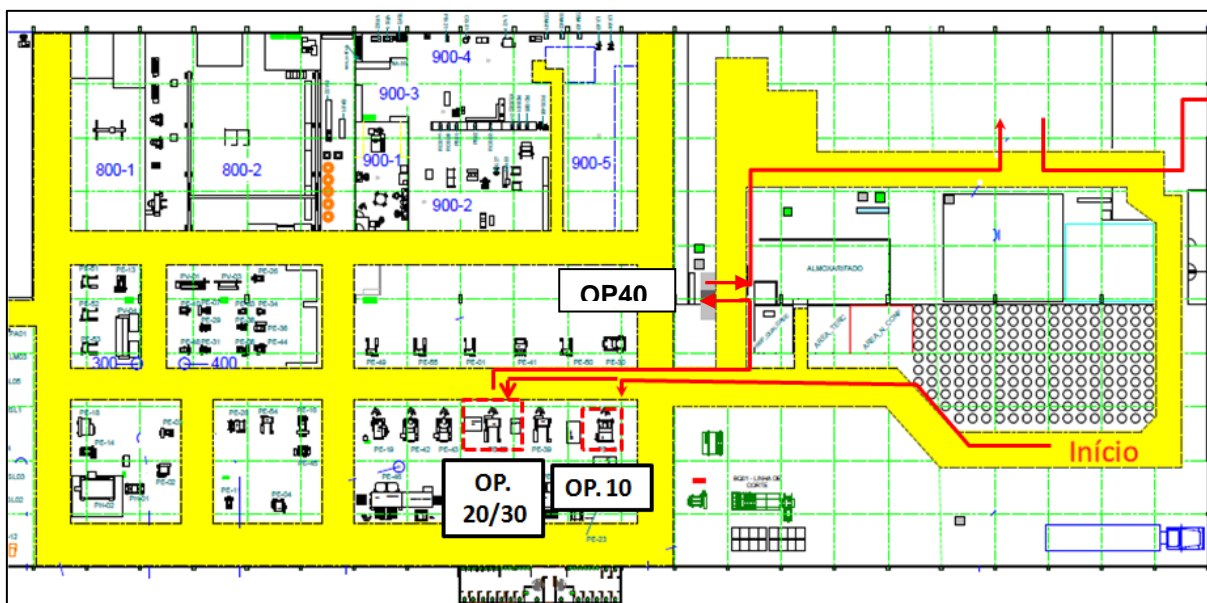
Além dessa mudança no momento de realizar a inspeção, foi verificada a possibilidade na alteração do processo unificando as operação OP20 e OP30 visando eliminar a movimentação interna do item 71.



**Fotografia 5 – Unificação da OP20 e OP30.**

Fonte: Autoria própria.

A implementação dessa melhoria gerou uma redução na movimentação do item 71 e uma simplificação no fluxo do processo e conseqüentemente uma redução no *lead time*. A movimentação sobre o *layout* pode ser verificada na Figura 18 abaixo.



**Figura 17 – Unificação da OP20 e OP30.**

Fonte: Autoria própria.

A movimentação inicial que era 451 metros reduziu para 198 metros, ou seja uma redução na movimentação de 56,1%. Outro benefício gerado foi eliminação do estoque intermediário, pois agora é produzido um lote na OP10 o qual segue direto para OP20/30, passando na sequência para OP40 e depois para o estoque final.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou um estudo de caso para o desenvolvimento de fornecedores por meio da metodologia STP. No início foi realizada uma revisão bibliográfica tratando as relações entre empresas fornecedoras e compradoras, sistemas produtivos e tipos de perdas. A questão da organização no ambiente de trabalho foi levantada assim como troca rápida de ferramentas, cronoanálise e uma série de outras técnicas dentro da metodologia STP para melhoria de processos.

O desenvolvimento se deu através de visitas mensais à Empresa A onde buscava-se verificar a evolução do projeto e sanar possíveis dúvidas. Outra etapa foi a análise dos processos por meios de vídeos enviados pelo Fornecedor A. Ficou decidido que o desenvolvimento do projeto ocorreria por meio da escolha de três processos, que tiveram como critério de seleção a facilidade na implementação da metodologia, gerando ganhos e motivando os colaboradores a implementar a metodologia em novos processos.

Os resultados alcançados foram positivos, diminuindo os desperdícios e serviram para evidenciar a eficácia das ferramentas do sistema Toyota de produção quando aplicadas na prática.

O objetivo do trabalho foi alcançado sendo que no processo de *setup* o Fornecedor A obteve uma redução de 49 minutos para uma de suas máquinas (prensa P-28), ou seja, um ganho de mais de 50% no tempo da execução dessa atividade. No processo onde foi analisado a logística através da mudança da bancada e eliminação dos caminhos intermediários, conseguiu-se um ganho de 42,8% na movimentação, 6 m<sup>2</sup> de redução de área e redução de 56 horas de estoque parado para o item em estudo. Na frente de trabalho da célula de manufatura foi realocado o processo de inspeção para a OP10 e com isso foi possível reduzir o refugo que antes era de 4,71% para 1,46%.

Para trabalhos futuros propõe-se o estudo mais específico da implementação das técnicas abordadas nesse trabalho em outros setores que não o automobilístico ou de linha branca. Outra sugestão fica no estudo de outras formas de aplicação da

técnica de STP no desenvolvimento de fornecedores e a expansão das melhorias para toda a fábrica que estará realizando o trabalho.

Os ganhos monetários obtidos com as melhorias realizadas não foram levantados por questões internas da Empresa A e Fornecedor A. É importante ressaltar que esse levantamento é de grande valia para quantificar os resultados obtidos e mostrar a eficácia de trabalhos como o que foi apresentado.

A principal dificuldade para a realização desse projeto foi a conscientização por parte dos funcionários do Fornecedor A quanto a importância de aplicar as ferramentas do STP na prática. Além disso, o acesso à dados e a sua liberação para o uso nos trabalhos foram dificultados por causa das políticas internas das empresas envolvidas.



## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. A. V., e RODRIGUES, L. H. Em Direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: **Uma Discussão Sobre a Possibilidade de Unificação da Teoria das Restrições e a Teoria que Sustenta a Construção dos Sistemas de Produção com Estoque Zero**. Porto Alegre, 1998. Tese (Doutorado em Administração). Escola de Administração, Programa de Pós Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CAMPOS, V. F., **Controle de Qualidade Total (No Estilo Japonês)**, Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2 ed., 1992, 220p.

DIAS, A. V. C., GALINA, S. V. R., **Análise Contemporânea da Cadeia Produtiva do Setor Automobilístico: Aspectos relativos à Capacitação Tecnológica**, 2010. Disponível em: [http://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0577.pdf](http://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0577.pdf). Acessado em: 05/08/2013.

EMPRESA A, **Material de treinamento – Sistema TPS**, Curitiba, 2009.

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

IMAI, Masaaki. **Kaizen, A estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: Editora, Imam, 1994.

JUNIOR, Ivan Alves da Silva, NÉTO, Miguel Crecêncio da Costa; ANDRADE Rosângela Silva de; PONTES Trícia Thaise e Silva; SANTOS Victor Hugo Clementino dos, **Armazenagem E Movimentação De Materiais Em Uma Empresa Varejista Do Ramo De Material De Construção**, 2009.

KONDRASOVAS, D., **A “Casa” do Sistema Toyota de Produção**, 2010. Disponível em: < <http://davidkond.wordpress.com/2010/06/28/casastp> >. Acessado em: 20 julho. 2013, 20:33.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. São Paulo: ARTMED S.A., 2007.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**, 3ª Edição, Tokyo: Eng Mng, 1998, 480p.

NEUMANN, C. S. R., **O Desenvolvimento de Fornecedores: Um Estudo de Caso no Setor de Máquinas Agrícola**, Porto Alegre: Dissertação de Mestrado, 2002.

OHNO, T., **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**, Porto Alegre: Bookmann, 1997.

OSADA, T.; HOUSEKEEPING, **5S’S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**; São Paulo; Instituto Imam; 1992.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

SHINGO, S, **Sistema de Produção Com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas**; São Paulo; Bookman; 1996.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A. e JOHNSTON, R., **Administração da Produção**., São Paulo: Atlas, 1. Ed, 1997.

SHINGO, S, **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**; São Paulo; Bookman; 2000.

TUKEL, O.I. WASTI, S.N., **Analys of supplier relationship using resource constrained project scheduling strategies**. *European Journal of Operation Research*, v.129, n.2, 2001.

UFRGS, **Engenharia de Produção**, 2010. Disponível em: <  
[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/183\\_semana2\\_esp.pdf/](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/183_semana2_esp.pdf/)>  
Acessado em: 6 julho. 2013, 17:28.

VANALLE, R. M., SALLES J. A. A. RELA, **Relação entre montadoras e fornecedores: Modelo teórico e estudos de caso na indústria automobilística brasileira**, 2011. Disponível em <[www.scielo.br/pdf/gp.v18n2/02.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp.v18n2/02.pdf)>. Acessado em 03/08/2013.

WOMACK, J. P., JONES, D. T e ROOS, D., **A Máquina que Mudou o Mundo**. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 5 ed., 1992.

## ANEXO A – GANHOS CONSOLIDADOS EM OUTROS FORNECEDORES NO ANO DE 2012

OBJETIVOS ou TAREFAS	RESPONSÁVEL		METAS	PRAZO DE CONCLUSÃO	STATUS ATUAL	RESULTADO (ACOMPANHAM.)		
	LIDER	EQUIPE				1º Sem (4~9)	2o. Sem (10~3)	TOTAL FY2011
<b>Cost Reduction activities on [REDACTED]</b>								
Kaizen in Machining center and Lathes process (Negative Items)	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 153.991,92	31/06/2011	△	R\$ 35.411,25	R\$ 85.143,10	R\$ 120.554,35
Kaizen in Machining center and Lathes process (Positive Items)	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 14.173,21	30/08/2011	○	R\$ 2.043,19	R\$ 173.447,43	R\$ 175.490,62
Set Up in Machining center and Lathes	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 28.346,70	31/12/2011	X	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Other improvement (challenge)	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 250.000,00	31/03/2012	△	R\$ 47.886,40	R\$ 76.929,60	R\$ 124.816,00
Internal scrap reduction (refugo)	[REDACTED]	[REDACTED]	Máx 1%		△	1,09%	1,30%	1,30%
			R\$ 446.511,83					R\$ 420.860,98
<b>Cost Reduction activities on [REDACTED]</b>								
Set Up improvement in Aruja Plant	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 13.405,93	31/07/2011	△	R\$ 750,00	R\$ 750,00	R\$ 1.500,00
Kaizen in Tank Header process	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 74.515,20	30/06/2011	○	R\$ 47.750,04	R\$ 47.750,04	R\$ 95.500,08
Other improvement (challenge)	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 50.000,00	31/03/2012	○	R\$ 24.078,70	R\$ 28.894,44	R\$ 52.973,14
			R\$ 137.921,13					R\$ 149.973,22
<b>Cost Reduction activities on [REDACTED]</b>								
Kaizen on press process	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 9.932,16	31/10/2011	○	R\$ 8.933,12	R\$ 13.399,68	R\$ 22.332,80
Kaizen on final inspection	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 192.000,00	31/10/2011	△	R\$ 51.200,00	R\$ 101.222,88	R\$ 152.422,88
			R\$ 201.932,16					R\$ 174.755,68
<b>Cost Reduction activities on other Suppliers</b>								
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 50.000,00	31/03/2012	△	R\$ 0,00	R\$ 22.500,00	R\$ 22.500,00
1~3 new suppliers	[REDACTED]	[REDACTED]	R\$ 50.000,00	31/03/2012	X	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
						R\$ 218.052,71	R\$ 550.037,18	R\$ 768.089,87
			R\$ 886.365,12				R\$ 768.089,89	
	Superior			Data				

## ANEXO B – EXEMPLO DE FORMULÁRIO PREENCHIDO PARA TRABALHO COMBINADO

Nº	DESCRIÇÃO DE OPERAÇÃO	TEMPO NO VÍDEO (min : seg)	TEMPO GASTO (min:seg)	60	120	180	240
1	Retirar ferramenta T2 do tambor de ferramentas	00:06	00:06	■			
2	Retirar ferramenta T3 do tambor de ferramentas	00:18	00:12	■			
3	Levar as ferramentas retiradas até a bancada	00:25	00:07	■			
4	Retirar Ferramenta - X2	00:41	00:16	■			
5	Limpar local com ar comprimido	00:51	00:10	■			
6	Afastar carro x1z1 da pinça/placa	01:04	00:13	■			
7	Buscar martelo e chaves para soltar pinça da placa	01:18	00:14	■	■		
8	Retirar Ferramenta - X4	01:30	00:12		■		
9	Soltar porca	02:00	00:30		■		
10	Limpar local com ar comprimido	02:05	00:05		■		
11	Desrosquear manualmente a porca da placa	02:18	00:13		■		
12	Retirar pinça do item 277.0003	02:25	00:07		■		
13	Limpar local com ar comprimido	02:40	00:15		■		
14	Recolocar da pinça do item 277.0002	02:52	00:12		■		
15	Apertar a porca da placa com chave e martelo	03:04	00:12		■		
16	Buscar chaves e ferramenta de corte para x4	03:08	00:04			■	■

## ANEXO C – FORMULÁRIO PARA A CRONOANÁLISE

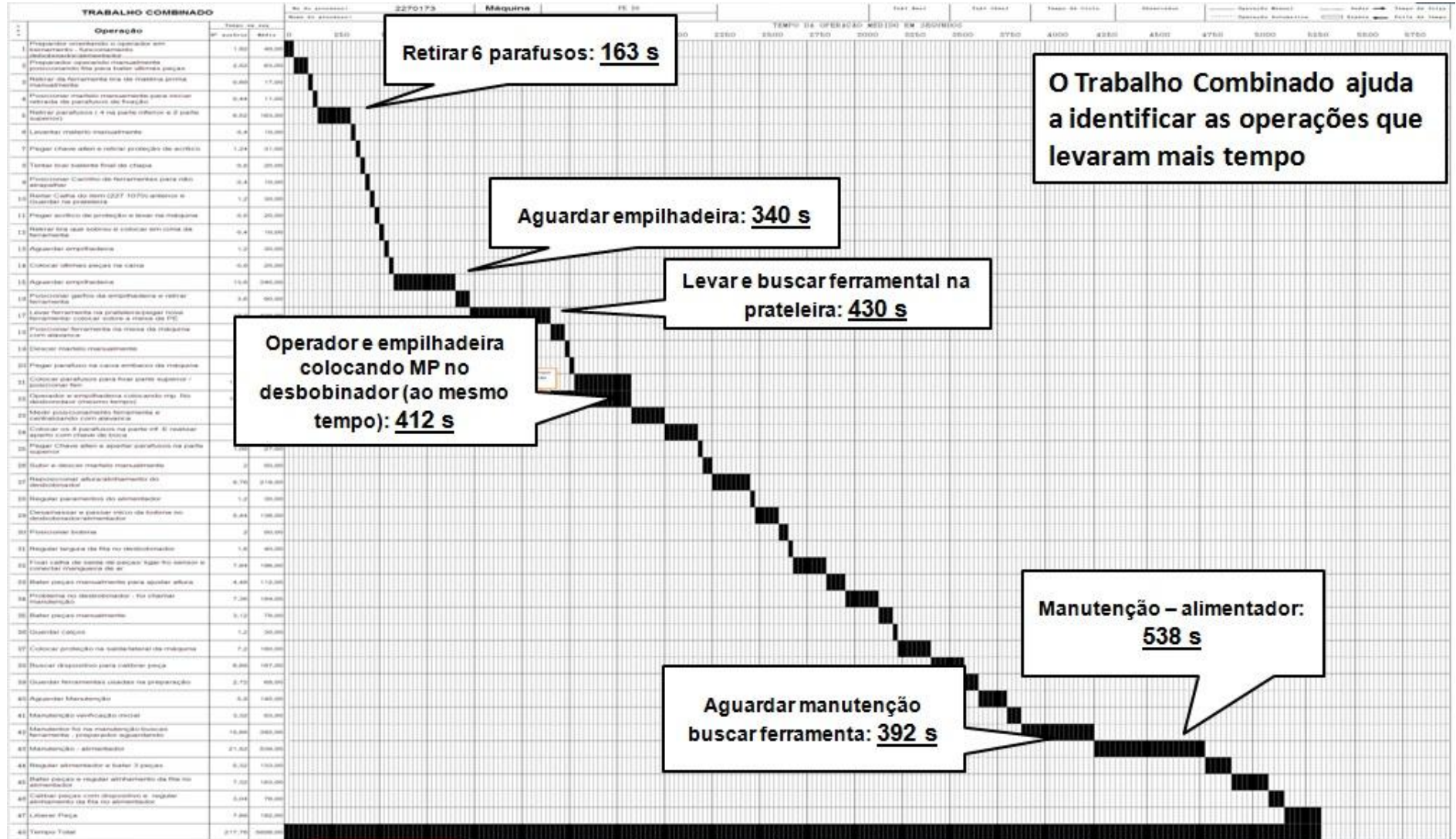
ESTUDO E ANÁLISE DE TEMPO				Nº. do Oper.:		Descrição											
Nº	T.N.	Descrição das Operações	Tempo Máq.	Tempos dos Elementos										Veloc.	Tempo Médio	N (Min. )	
1															100%		
2															100%		
3															100%		
4															100%		
5															100%		
6															100%		
7															100%		
8															100%		
9															100%		
10															100%		
11															100%		
12															100%		
13															100%		
14															100%		
15															100%		
Data:				Tempo de Experiencia do Operador								Tempo Cromometrado		0,0			

## ANEXO D – CRONOANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL

	Operação	Tempo em seg	
		Nº quadros	Média
1	Preparador orientando o operador em treinamento - funcionamento debobinador/alimentador	1,92	48,00
2	Preparador operando manualmente posicionando fita para bater ultimas peças	2,52	63,00
3	Retirar da ferramenta tira de matéria-prima manualmente	0,68	17,00
4	Posicionar martelo manualmente para iniciar retirada de parafusos de fixação	0,44	11,00
5	Retirar parafusos ( 4 na parte inferior e 2 parte superior)	6,52	163,00
6	Levantar materlo manualmente	0,4	10,00
7	Pegar chave allen e retirar proteção de acrílico	1,24	31,00
8	Tentar tirar batente final de chapa	0,8	20,00
9	Posicionar Carinho de ferramentas para não atrapalhar	0,4	10,00
10	Reitar Calha do item (227.1070) anterior e Guardar na prateleira	1,2	30,00
11	Pegar acrílico de proteção e levar na máquina	0,8	20,00
12	Retirar tira que sobrou e colocar em cima da ferramenta	0,4	10,00
13	Aguardar empilhadeira	1,2	30,00
14	Colocar últimas peças na caixa	0,8	20,00
15	Aguardar empilhadeira	13,6	340,00
16	Posicionar garfos da empilhadeira e retirar ferramenta	3,6	90,00
17	Levar ferramenta na prateleira/pegar nova ferramenta/ colocar sobre a mesa da PE	17,2	430,00
18	Posicionar ferramenta na mesa da máquina com alavanca	2,4	60,00
19	Descer martelo manualmente	1,44	36,00
20	Pegar parafuso na caixa embaixo da máquina	0,8	20,00
21	Colocar parafusos para fixar parte superior / posicionar ferr.	11,84	296,00
22	Operador e empilhadeira colocando mp. No desbonidaor (mesmo tempo)	16,48	412,00
23	Medir posicionamento ferramenta e centralizando com alavanca	7,6	190,00
24	Colocar os 4 parafusos na parte inf. E realizar aperto com chave de boca	7,6	190,00
25	Pegar Chave allen e apertar parafusos na parte superior	1,08	27,00

26	Subir e descer martelo manualmente	2	50,00
27	Reposicionar altura/alinhamento do desbobinador	8,76	219,00
28	Regular paramentos do alimentador	1,2	30,00
29	Desamassar e passar início da bobina no desbobinador/alimentador	5,44	136,00
30	Posicionar bobina	2	50,00
31	Regular largura da fita no desbobinador	1,6	40,00
32	Fixar calha de saída de peças/ ligar fio sensor e conectar mangueira de ar	7,84	196,00
33	Bater peças manualmente para ajustar altura	4,48	112,00
34	Problema no desbobinador - foi chamar manutenção	7,36	184,00
35	Bater peças manualmente	3,12	78,00
36	Guardar calços	1,2	30,00
37	Colocar proteção na saída/lateral da máquina	7,2	180,00
38	Buscar dispositivo para calibrar peça	6,68	167,00
39	Guardar ferramentas usadas na preparação	2,72	68,00
40	Aguardar Manutenção	5,8	145,00
41	Manutenção verificação inicial	3,32	83,00
42	Manutentor foi na manutenção buscas ferramenta - preparador aguardando	15,68	392,00
43	Manutenção - alimentador	21,52	538,00
44	Regular alimentador e bater 3 peças	5,32	133,00
45	Bater peças e regular alinhamento da fita no alimentador	7,32	183,00
46	Calibar peças com dispositivo e regular alinhamento da fita no alimentador	3,04	76,00
47	Liberar Peça	7,68	192,00
48	Tempo Total	217,76	5856,00
<b>Total</b>			

# ANEXO E – TRABALHO COMBINADO



ANEXO F – INSTRUÇÃO DE TRABALHO: *SETUP*

<b>Instrução de Set-up</b>		<b>Parâmetros de Regulagem</b>			
<b>Definição do Item</b>					
<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Nº Op.</b>			
		<b>10</b>			
<b>Máquina</b>	<b>Velocidade Padrão</b>	<b>Lubrificação de Estampo a utilizar</b>			
<b>PE</b>					
<b>Parâmetros de Regulagem</b>					
<b>Ferramenta - Parte Superior</b>		<b>Ferramenta - Parte Inferior</b>			
<b>Necessidade de Calço ?</b>		<b>Necessidade de Calço ?</b>			
<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input checked="" type="checkbox"/> Sim		
<b>Fixação Superior/Inferior da Ferr. no Martelo da Máquina</b>		<b>Posicionamento da Ferramenta no Equipamento</b>			
Nº de Parafusos Superior	→ <input type="text"/> 2 <input type="text"/> 4 <input type="text"/> 6				
Nº de Parafusos Inferior	→ <input type="text"/> 2 <input type="text"/> 4 <input type="text"/> 6				
<b>Regulagem do Martelo</b>					
Altura	→ <input type="text"/> mm				
<b>Parâmetros do Alimentador</b>					
Passo:	<input type="text"/>	Velocidade:	<input type="text"/>		
Rampa:	<input type="text"/>	Rampa JDI:	<input type="text"/>		
JDI:	<input type="text"/>	Abertura Rolos:	<input type="text"/>		
Pressão:	<input type="text"/>	Fechamento Rolos:	<input type="text"/>		
<b>Parâmetros de came em Graus °</b>					
<b>Arejetor</b>	<b>local. Came</b>	<b>on</b>	<b>off</b>	<b>siglas</b>	<b>significado</b>
<b>Avanço</b>	<b>local. Came</b>	<b>on</b>	<b>off</b>	<b>missfeed</b>	<b>micro ferr</b>
<b>Abertura /fecha.</b>	<b>local. Came</b>	<b>on</b>	<b>off</b>	<b>came</b>	<b>posição</b>
<b>Lubrificação</b>	<b>local. Came</b>	<b>on</b>	<b>off</b>		
<b>Sensor missfeed</b>	<b>local. Came</b>	<b>on</b>	<b>off</b>		
<b>Atenções / Revisões</b>					
<b>Nº</b>	<b>Descrição</b>	<b>Data</b>	<b>Solicitante</b>	<b>Aprovação</b>	
01					
02					
03					



## ANEXO G – CHECK LIST

Checklist Processo de Setup			
Auditor			
Data			
Processo			
Código produto			
Turno			
Equipamento			
TEMPO SETUP			
Colaborador			
Questionário		OK	NOK
Equipamento padrão conforme OF? Caso não citar qual?		X	
Abastecedor foi acionado para entrega MP?		X	
Abastecedor entregou MP conforme OF?		X	
Ferramenta esta disponível para Produção?		X	
Empilhadeira foi acionada?		X	
Ferramenta esta na área pre setup?		X	
Calhas estão na área Pré-setup?		X	
Desenhos estão na Máquina?		X	
Folhas de instrução estão na bancada?		X	
Folhas de inspeção esta na bancada da prensa?		X	
Folha de instrução de setup F- 143 esta na bancada da Prensa?		X	
Regulagem de máquina esta conforme folha de instrução de setup F -143?		X	
Ferramentas estão disponíveis para realizae setup?		X	
Instrumentos de medição estão no posto de trabalho?		X	
Dispositivos de controle estão no posto de trabalho?		X	
Matéria prima esta montada no desbobinador?		X	
Operador Apto para produzir. (possui treinamento)?		X	
Tira de início de setup foi pintada?		X	

## ANEXO H – CRONOANÁLISE APÓS MELHORIAS

	PROCESSO	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TEMPO (SEGUNDOS)
SETUP INTERNO	1	Abastecedor amarrando bobina	900
	2	Posicionar ferramenta (martelo) no ponto inferior (preparador)	90
	3	Soltar fixação Superior(preparador)	60
	4	Soltar Fixação inferior(preparador)	70
	5	Soltar proteção acrílico frontal (preparador)	20
	6	soltar calha	60
	7	Levantar Martelo	50
	8	Limpeza e retiradas de mangueiras	60
	9	Retirada da ferramenta anterior	40
	10	Realizar limpeza da mesa	30
	11	Colocar próxima ferramenta	60
	12	Regular altura do martelo	30
	13	Posicionar ferramenta (martelo) no ponto inferior (preparador)	150
	14	Fixar parte superior	60
	15	Fixar parte inferior	90
	16	Fixar calha para coleta das peças	90
AJUSTES / TESTES	17	Ajustar altura do alimentador	180
	18	Nivelar e fixar alimentador	90
	19	inserir parametros no alimentador	74
	20	Inserir tira no desbobinador	16
	21	Ajuste de bobina com amassamento	45
	22	Iniciar posicionamento da chapa para centralização	75
	23	centralizar a fita	40
	24	Iniciar estampagem de ajuste( inserção da fita na ferramenta)	150
	25	Verificar status da peça	70
	26	Testar peça no gabarito	20
	27	Centralizar a fita	40
	28	iniciar novamente a fita	240
	29	Sequência de teste	150
	30	Centralizar a fita	50
	31	Teste prático	35
	32	Testar peça no gabarito	20
	33	remover peças não conforme	20
LIBERAÇÃO	34	liberação	50
	35	ajuste do martelo	30
	36	liberação de máquina	40
	37	Colocar proteção acrílico	80
	38	Zerar contador de golpes	60
	39	Tempo Total	2535

## ANEXO I – CRONOANÁLISE DA OP10, OP20 E OP30

OP10	Tempo em seg				TEMPO DA OPERAÇÃO							
	Man.	Aut.	Andar	Total	0	2	4	6	8	10	12	14
Pegar peças e colocar no aramado(1 item)	4				[Bar chart showing activity from 0 to 4 seconds]							
Pegar peças e colocar no aramado(2 itens)	6				[Bar chart showing activity from 4 to 10 seconds]							
Pegar peças e colocar no aramado(2 itens)	6				[Bar chart showing activity from 10 to 14 seconds]							

OP20	Tempo em seg				TEMPO DO PROCESSO						
	Man.	Aut.	Andar	Total	0	10	20	30	40	50	60
Pegar itens no aramado e colocar na bancada ( 5 itens )				7s	[Bar chart showing activity from 0 to 7 seconds]						
Pegar itens no aramado e colocar na bancada ( 5 itens )				5s	[Bar chart showing activity from 7 to 12 seconds]						
Pegar pano de limpeza				4s	[Bar chart showing activity from 12 to 16 seconds]						
Limpar 1 item				4,7s	[Bar chart showing activity from 16 to 20,7 seconds]						
Pegar itens na bancada e colocar na frente da prensa				7s	[Bar chart showing activity from 20,7 to 27,7 seconds]						
Pegar 1 item e coloca na prensa					[Bar chart showing activity from 27,7 to 32,4 seconds]						
Estampar item					[Bar chart showing activity from 32,4 to 37,1 seconds]						
Retirar item da prensa					[Bar chart showing activity from 37,1 to 44,1 seconds]						

OP30	TEMPO DO PROCESSO							
	Man.	0	2	4	6	8	10	12
Pegar item e colocar na máquina	1,83	[Bar chart showing activity from 0 to 1,83 seconds]						
Estampar item	2	[Bar chart showing activity from 1,83 to 3,83 seconds]						
Retirar da máquina e colocar no aramado	3,25	[Bar chart showing activity from 3,83 to 6,88 seconds]						